

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання лабораторних робіт
із навчальної дисципліни

**«ТЕХНІЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ
ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ»**

*(для бакалаврів 4-5 курсів усіх форм навчання спеціальності
141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка,
освітньої програми «Електромеханіка»)*



**Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2019**

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт із навчальної дисципліни «Технічна експлуатація електричного транспорту» (для бакалаврів 4-5 курсів усіх форм навчання спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, освітньої програми «Електромеханіка») / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : В. Х. Далека, В. М. Шавкун, О. С. Козлова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 66 с.

Укладачі: д-р техн. наук, проф. В. Х. Далека,
канд. техн. наук, доц. В. М. Шавкун,
ст. викл. О. С. Козлова

Рецензент

С. А. Закурдай, кандидат технічних наук, доцент кафедри електричного транспорту Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

*Рекомендовано кафедрою електричного транспорту, протокол № 7
від 27 грудня 2018 р.*

ЗМІСТ

Вступ.....	4	
Лабораторна робота № 1	Технічне обслуговування та діагностування коліс і шин тролейбусів.....	5
Лабораторна робота № 2	Діагностування струмоприймачів тролейбуса.....	21
Лабораторна робота № 3	Діагностування електричних машин. Перевірка та контроль технічного стану ізоляції високовольтного електрообладнання.....	26
Лабораторна робота № 4	Технічне обслуговування та діагностування низьковольтних систем живлення трамвая і тролейбуса.....	48
Лабораторна робота № 5	Організація проведення ТО-1 трамвайних вагонів.....	59
Лабораторна робота № 6	Організація проведення ТО-1 тролейбусів.....	62
Список рекомендованих джерел.....	66	

ВСТУП

Мета дисципліни «Технічна експлуатація електричного транспорту» – сформуванати у студентів систему знань, умінь і навичок з управління технічним станом рухомого складу з оптимізацією трудових і матеріальних витрат.

Лабораторні роботи розширюють і поглиблюють теоретичні знання, дозволяють набутти досвіду самостійного опрацювання технічної літератури і складання документації з технічного обслуговування і діагностування рухомого складу електричного транспорту, а також одержати навички користування нормативною, довідковою і навчальною літературою.

Тематика лабораторних робіт повинна максимально відповідати інтересам галузі, сучасному рівню розвитку техніки, обсягу теоретичних знань, отриманих за час навчання і готувати студентів до практичної діяльності на підприємстві.

Ці методичні вказівки розроблені відповідно до програми дисципліни «Технічна експлуатація електричного транспорту» з врахуванням досвіду проведення лабораторних робіт на кафедрі електричного транспорту ХНУМГ ім. Бекетова, а також автотранспортних, залізничних і сільськогосподарських вузів, що ведуть підготовку фахівців для технічного обслуговування і ремонту техніки.

Перед початком лабораторних робіт студенти повинні пройти інструктаж з безпечних методів роботи та розписуються у спеціальному журналі. Обов'язково перед проведенням кожної роботи студенти додатково проходять інструктаж на робочому місці, під час якого звертається увага на особливості охорони праці при виконанні конкретних лабораторних робіт.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

Технічне обслуговування та діагностування коліс і шин тролейбусів

Мета роботи:

1. Вивчення видів робіт, методів, технологічного обладнання та оснащення для технічного обслуговування тролейбусних шин.
2. Вивчення структурних та діагностичних параметрів, методів і засобів для діагностування коліс тролейбусів.
3. Здобуття навиків з використання приладів для перевірки технічного стану коліс тролейбуса.

Порядок виконання роботи:

1. Вивчити параметри і характеристики коліс тролейбусів ЗіУ-9, ДАК-217Е.
2. Вивчити технологічний процес технічного обслуговування шин.
3. Ознайомитися з технологічним обладнанням, пристроями та інструментом, що рекомендуються для технічного обслуговування тролейбусних шин.
4. Визначити структурні та діагностичні параметри колеса в цілому і його складових (шини, ободу, диску, замкового кільця, камери).
5. Вивчити методи контролю діагностичних параметрів.
6. Вивчити і здобути навички роботи з апаратурою для діагностування коліс.
7. Визначити вплив тиску в шині на частоту власних коливань.
8. Скласти алгоритм діагностування коліс тролейбуса.

Загальні відомості

Колеса є невід'ємними складовими елементами рухомого складу, тому їх конструкція повинна тісно узгоджуватися з конструкцією, як ходової частини, так і рухомого складу в цілому і відповідати тим вимогам, що диктуються умовами його експлуатації, особливо в частці забезпечення безпеки руху.

До складу коліс тролейбусів входять: маточина, обід, або диск, елементи, що сполучають обід (диск) із маточиною і фіксують пневматичну шину. Передбачається можливість її легкого демонтажу і установки. За типами тролейбусів елементи коліс мають однакову конструкцію та взаємозамінні.

В депо організовують облік пробігу шин та їх установки на тролейбусах для чого їх маркують за номерами.

Колеса сприймають та передають на верхнє покриття доріг:

- 1) усі види вертикальних, статичних і динамічних навантажень від підресорних мас рухомого складу;
- 2) тягові та гальмівні навантаження і моменти, що утворюють тягові двигуни;

3) спрямовуючі зусилля від дорожнього покриття, або інших шляхових приладів під час руху екіпажу на кривих ділянках шляху.

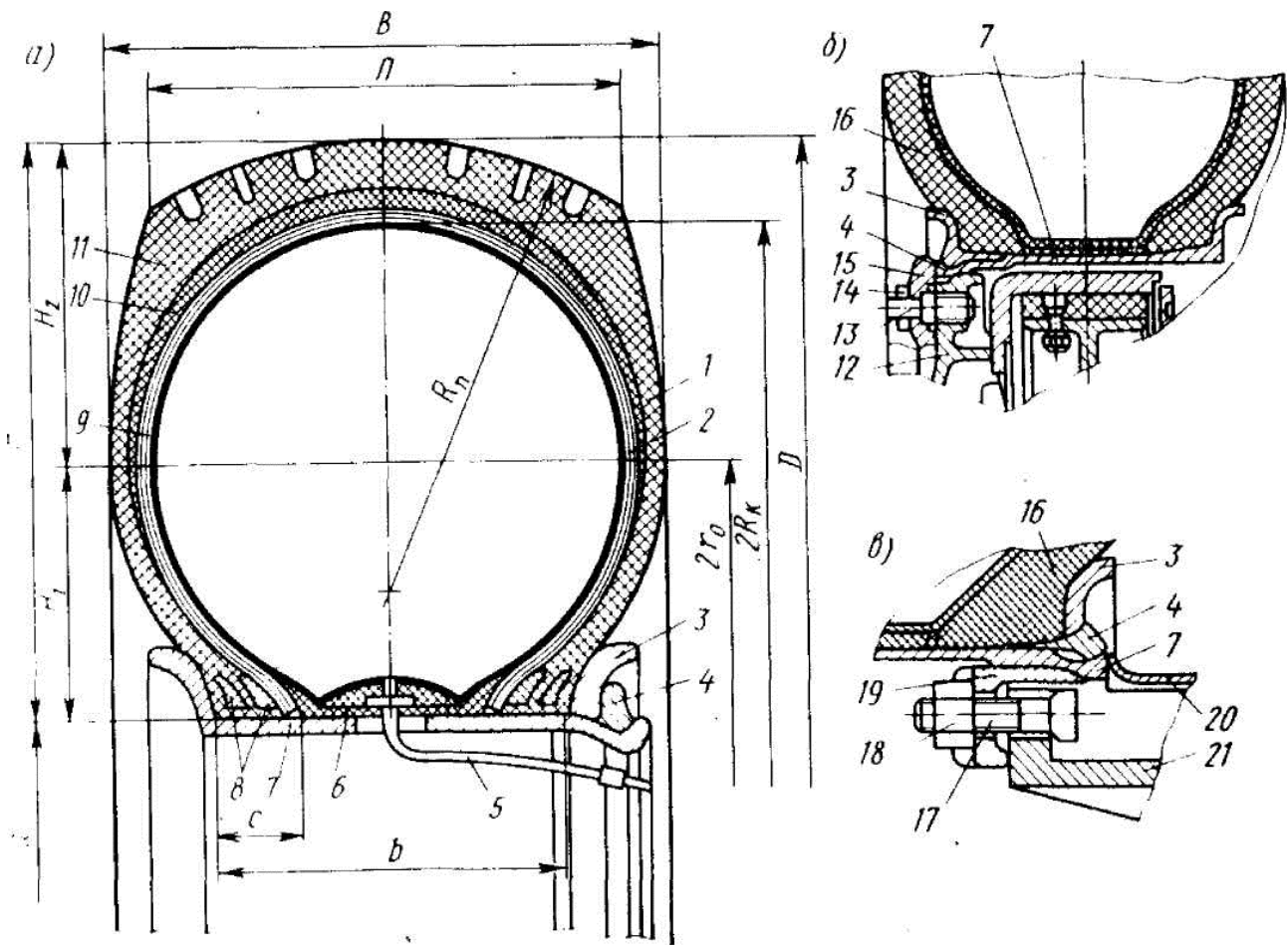


Рисунок 1.1 – Конструкція бездискових коліс:

а) – пневматична шина, В – ширина шини, П – ширина протектора, Н – висота шини, H_1 – внутрішня частина шини, H_2 – зовнішня частина шини, d – внутрішній діаметр, D – зовнішній діаметр, R_n – радіус закруглення протектора, R_k – радіус внутрішньої оболонки, r_0 – радіус основної окружності, b – ширина за бортами, c – товщина борта, 1 – гумова покришка, 2 – гумова камера, 3 – знімний борт, 4 – замкове кільце, 5 – вентиль для накачування шин, 6 – обідна стрічка, 7 – обід колеса, 8 – сталеве армування, 9 – каркас, 10 – брекер, 11 – протектор, б) кріплення одинарного (управляючого) колеса, 12 – маточина, 13 – шпилька, 14 – гайка, 15 – притискачі, 16 – пневматична шина, в) кріплення здвоєного (ведучого) колеса, 17 – болт, 18 – гайка, 19 – притискач, 20 – дистанційне кільце, 21 – перехідник

Сучасні колеса тролейбуса складаються з покришки, камери і обідної стрічки. Каркас покришки (рис. 1.2) є основною силовою частиною колеса і призначений для сприйняття тиску повітря і навантажень, які діють на колесо. Каркас складається з декількох шарів міцної прорезиненої тканини - корда і гумових прошарків. Нитки корда виготовляють із бавовни, віскози, капрону і сталевих латуньованого дроту. Тканина корда має міцні поздовжні нитки

(основа) і тонкі, зрідка розташовані поперечні нитки. Число шарів корда у покриттях досягає півтора десятка.

Протектор 3 – товстий гумовий шар, який розташований біговою частиною покриття, призначений для попередження механічних пошкоджень каркаса покриття. Для кращого зчеплення колеса з дорожнім покриттям поверхня протектора має рисунок, виступаюча частина якого складає 0,5–0,7 площі бігової доріжки. Глибина рисунка досягає 32 мм.

Подушковий шар (2), розташований між каркасом і протектором, покращує зв'язок між ними. Він складається із декількох шарів розрідженого корда з гумовим прошарком. Боковини (4) зберігають каркас від механічних пошкоджень. Це досягається шляхом накладання тонких шарів еластичної покривної гуми.

Борт (5) потрібен для забезпечення умов міцного кріплення шини на ободі колеса і складається з крила і кромки шарів каркаса, які загнуті на крило.

Розмір камери шин, які виготовляються із спеціальної камерної гуми, на 8–12% менше, ніж внутрішні розміри покриття; камери оснащені вентилем. Вентиль із золотником виконує роль зворотного клапана.

Обідна стрічка (флеп) представляє собою профільовану гумову стрічку, яка встановлюється між камерою і ободом колеса для перешкоджання защемлення камери бортами покриття і перешкоджання тертя камери о поверхню ободу колеса.

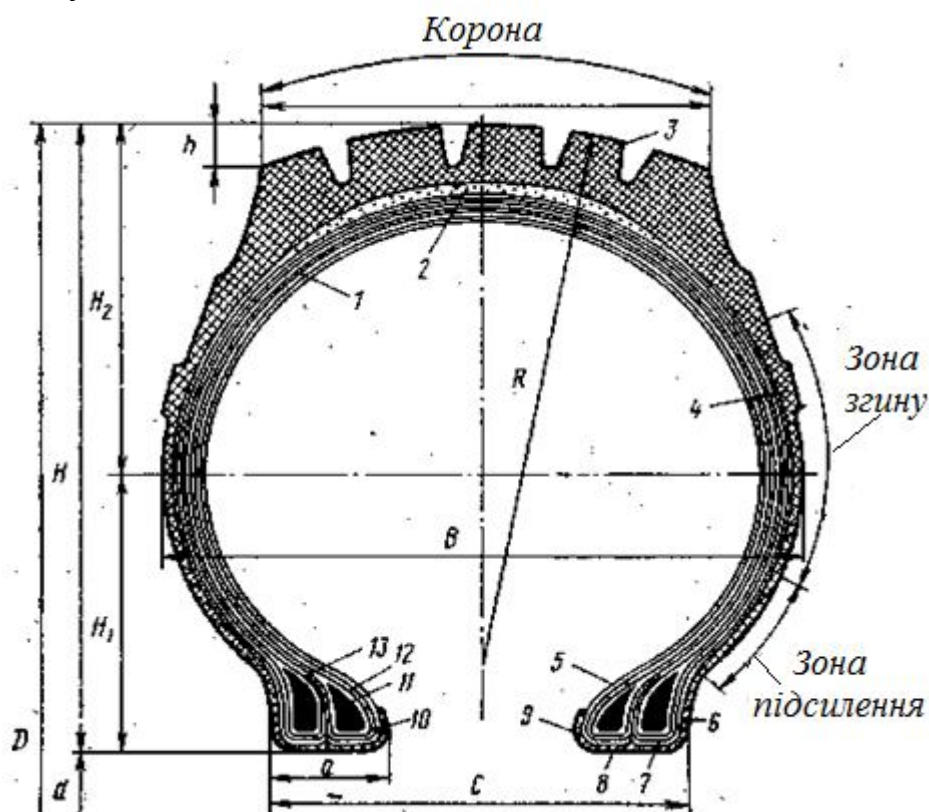


Рисунок 1.2 – Конструкція покриття

Шини тролейбуса потребують правильного зберігання і експлуатації, своєчасного технічного огляду і якісного ремонту.

На тролейбусах встановлюються бездискові взаємозамінні колеса, на задньому мості – здвоєні, на передньому – одинарні.

Шини пневматичні 320-508 (12.00-00) моделі ІЯ-241 (ТУ 38-4Г-150 - 69) з дорожнім рисунком протектора мають 16 шарів корду (1). На внутрішній поверхні ободу 1 на рівних відстанях від паза для вентиля приварені два обмежувачі. Вони призначені для попередження провертання колеса на маточинах мостів. Вентиль (8) із золотником привулканізовано до камери (6) і поставляється разом з нею.

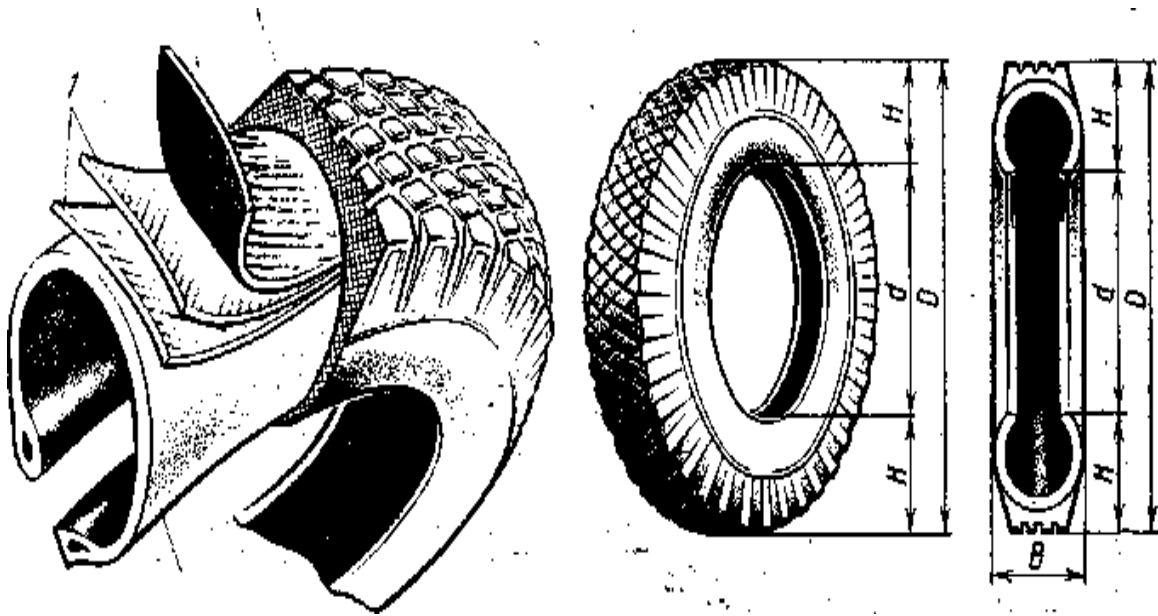


Рисунок 1.3 – Шари покриття

Здвоєне колесо (рис.1.5) складається із зовнішнього і внутрішнього одинарних бездискових коліс в зборі, розділених проставочним кільцем (3). Для зручності наповнення камери внутрішнього колеса стислим повітрям на його вентиль надітий подовжувач (2), закріплений до переходника.

Колеса можуть бути класифіковані:

- 1) За родом сприйманих навантажень –рухомі (ведучі) і що підтримують (керовані) колеса;
- 2) За конструкцією коліс – дискові (ДАК -217Е, 14Тр) і бездискові колеса (ЗіУ-9, ПМЗ), одинарні та здвоєні;
- 3) За типом шин, конструкцією диска та обода, технології виготовлення колеса.

Технічне обслуговування та догляд за колесами і шинами під час експлуатації

Особлива увага під час експлуатації шин повинна приділятися правильному виконанню їх монтажу і демонтажу, чіткому дотриманню норм внутрішнього тиску повітря; потрібно слідкувати, щоб не було перегріву шин, щоб правильно був організований облік їх роботи і дотримувались правила їх зберігання.

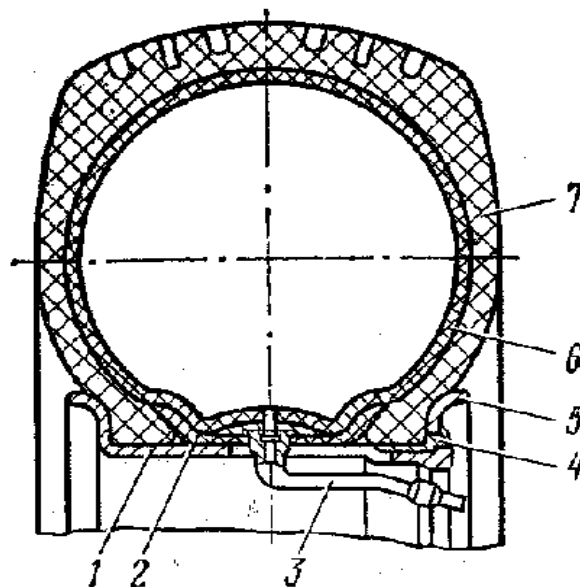


Рисунок 1.4 – Одинарне бездискове колесо:

1 – обід з обмежувачами в зборі; 2 – ободна стрічка; 3 – вентиль; 4 – замкове кільце;
5 – бортове кільце; 6 – камера; 7 – покришка

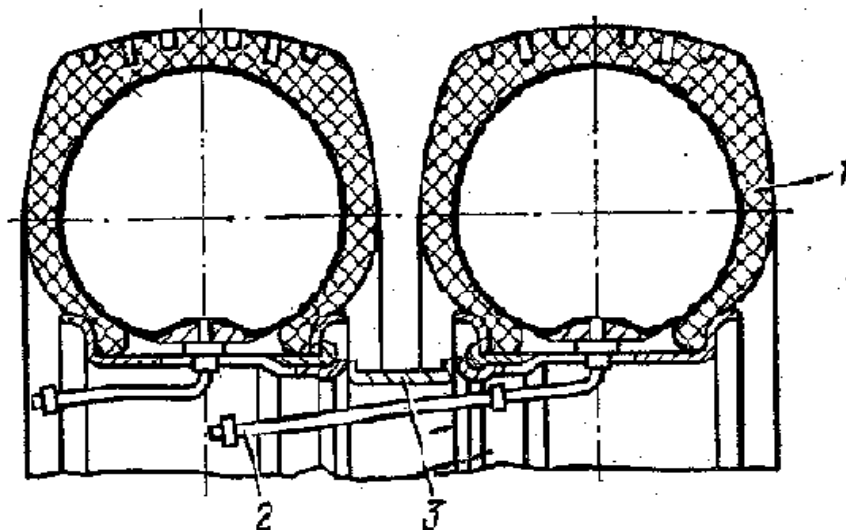


Рисунок 1.5 – Здвоєне колесо заднього моста тролейбуса:

1 – бездискове колесо; 2 – подовжувач; 3 – проставочне кільце

Експлуатація шин починається після її монтажу на обід колеса. Під час монтажу необхідно слідкувати, щоб покришка, камера, ободна стрічка і диск колеса були повністю справними, сухими і чистими. Диски коліс, бортові і замкові кільця повинні мати правильну геометричну форму, без згинів, тріщин на поверхні обода. Монтаж на обод повинен відбуватися без особливих зусиль і заїдань.

Накачування шин для запобігання нещасних випадків виконують у спеціальних металевих огорожах. На передній міст слід встановлювати покришки, що знаходяться в кращому стані, оскільки робота керованих коліс безпосередньо пов'язана з безпекою руху. Як правило пробіг нових покришок на передньому мості не повинен перебільшувати 25 000 км, після чого вони повинні експлуатуватися тільки на задньому мості.

Шини коліс переднього моста тролейбуса працюють в більш важких умовах, ніж шини коліс заднього моста. Внаслідок цього знос шин передніх коліс настає значно раніше за знос шин задніх коліс. Щоб запобігти ненормальному зносу шин, рекомендується під час проведення ТО-2 тролейбуса переставляти колеса за схемою, що вказана на рисунку 1.6.

Під час установки коліс на задній міст необхідно звертати увагу на різницю зносу протекторів здвоєних коліс, яка для забезпечення однакових умов їх роботи не повинна перевищувати 3 мм (виконується замір глибини впадин протектора).

Усі покришки, що знаходяться в експлуатації, за винятком оборотного фонду, повинні бути закріплені за певними тролейбусами, і для обліку їх роботи їм присвоюється, окрім заводського, інвентарний номер, який з допомогою спеціального електрономератора випалюється на боковині покришки на глибину не більше 1 мм і висотою 30–40 мм.

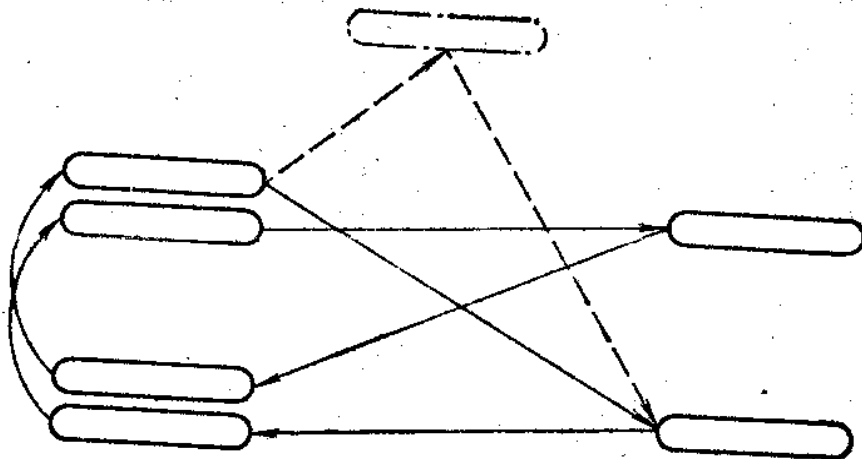


Рисунок 1.6 – Схема перестановки коліс

Користуючись номерами, легко слідкувати за пробігом покришок, виконувати перестановку коліс і слідкувати за своєчасним і правильним її виконанням. На кожен покришку у шиномонтажній майстерні (дільниці)

повинна бути заведена спеціальна карта обліку, де відмічаються рух покритишки і її пробіг.

Перед виїздом на маршрут слід перевіряти тиск повітря в шинах, при необхідності доводити його до норми. Зменшення тиску повітря на 25 % знижує термін експлуатації шини на 25–40 %. Гальмувати необхідно плавно, не допускаючи ковзання коліс, оскільки ковзання приводить до підвищеного зносу протектора.

Щодня перед виїздом на маршрут рекомендується перевіряти затягування гайок кріплення коліс. При затягуванні гайок не слід нарощувати плече ключа щоб уникнути зриву різьблення. Замкове кільце необхідно ретельно укласти в канавку обода.

Шини повинні зберігатися у спеціально відведених для цього приміщеннях, при температурі не вище + 20⁰ С і відносній вологості повітря 50–80 %. В приміщенні, де зберігаються шини, категорично забороняється зберігати паливно-мастильні матеріали, оскільки їх пари агресивно впливають на гуму і викликають її швидке руйнування.

Покритишки повинні зберігатися на дерев'яних стелажах обов'язково у вертикальному положенні. Періодично (не рідше одного разу у квартал) їх необхідно повертати, щоб змінити точку опори. Камери зберігаються на спеціальних вішалках, що мають напівкруглу форму, у злегка накачаному стані. Окрім зберігання на вішалках, камери можуть зберігатися вкладеними у покритишки і злегка підкачані, щоб не утворювалися складки. Внутрішня поверхня покритишки і поверхня камери попередньо припудрюється тальком, як і під час монтажу шини. В тому випадку, якщо тролейбус тривалий час не експлуатується, шини з нього знімають і зберігають у відповідності з правилами, що викладені вище.

Технологія обслуговування та ремонту коліс тролейбусів

Види матеріалів для ремонту шин

В даний час існує два види ремонтних матеріалів, що знайшли широке застосування для ремонту місцевих пошкоджень шин:

- 1) Матеріали, що вимагають гарячої вулканізації, зокрема:
 - гумові суміші;
 - гумові матеріали;
 - гумовий клей.
- 2) самовулканізуючі матеріали:
 - попередньо вулканізуємі деталі (пластирі, грибки), поверхня яких цілком чи частково покрита самовулканізуючим (адгезивним) шаром;
 - самовулканізуючий клей.

Перелік матеріалів, застосовуваних при ремонті покритишок і камер, наданий в таблицях 1.1 – 1.3.

Таблиця 1.1 – Матеріали для ремонту пошкоджень покришок і камер

Види матеріалів	Призначення матеріалів	Розміри, мм		
		товщина	ширина, не менш	довжина, не менш
Матеріали для гарячої вулканізації 1 Невулканізовані гумові суміші				
Протекторна листова гума на основі синтетичного каучуку	Для заповнення пошкоджених ділянок протектора і боковин	2,0± 0,2	500	1000
Прошарова листова гума на основі натурального каучуку	Для заповнення пошкоджених ділянок каркаса покришки і для адгезії між ремонтним матеріалом і покришкою (обкладка гумокордних пластирів)	0,9± 0.1	500	1000
		2,0± 0,2	500	1000
Протекторна і прошарова вальцьована суміш	Для ремонту наскрізних і ненаскрізних пошкоджень покришок методом лиття під тиском	10± 2,0	80± 5	-
Клейова вальцьована гума у виді пластин на основі натурального каучуку	Для готування гумового клею	10± 2,0	-	-
Камерна гума	Для ремонту камер	2,0± 0,2	500	1000
Теплостійка гума	Для виготовлення кільцевих секторних варильних камер	2,0± 0,2	700	1000
Клейова саженаповнена вальцьована суміш	Для виготовлення клею, що вулканізує	-	-	-
2 Гумовотканинні матеріали				
Обгумований корд (віскозна чи синтетична тканина, по обидва боки покрита гумою) без розкрою	Для ремонту пошкоджень каркаса покришок, виготовлення пластирів	1,2± 0,3	500	700
Обгумований корд кусковий	Для ремонту пошкоджень каркаса покришок, виготовлення пластирів	1,2± 0,3	250	430
Прогумований чефер без розкрою	Для ремонту пошкоджень побутових стрічок, п'яток вентилів камер	0,95± 0,2	500	500
Прогумований чефер кусковий	Для ремонту ушкоджень побутових стрічок, п'яток вентилів камер	0,95± 0,2	100	450

Продовження таблиці 1.1

Види матеріалів	Призначення матеріалів	Розміри, мм		
		товщина	ширина, не менш	довжина, не менш
3 Самовулканізучі матеріали				
Пластирі гумокордні вулканізовані з адгезивним шаром	Для ремонту каркаса покришок і посилення пошкоджених ділянок покришок	Чотирьох-шарові	200	200
Стрічка чеферна прогумована	Для ремонту бортів покришок	1,0± 0,1 1,0± 0,1	200± 10 55± 5	250± 10 110± 5
Клей				
Клей гумовий вулканізуючий	Для промазки ремонтуємих ділянок перед установкою самовулканізуючих пластирів чи грибків	-	-	-
Клей (розчин клейовий саженаповнений гумової суміші в бензині)	Для промазки ремонтуємих ділянок покришок і камер	-	-	-

Таблиця 1.2 – Грибки гумові вулканізаційні з адгезивним шаром для ремонту покришок

Найменування	Тип грибка	Розміри, мм		
		довжина шляпки	діаметр ніжки	довжина ніжки
Грибок гумовий рифлений самовулканізуючий	Г-1	38 ± 3	$7,0 \pm 0,5$	55 ± 5
	Г-2	50 ± 3	$9,0 \pm 0,5$	55 ± 5
	Г-3	60 ± 3	$11,0 \pm 0,5$	55 ± 5
	Г-4	70 ± 3	$13,0 \pm 0,5$	60 ± 5
	Г-5	80 ± 3	$15,0 \pm 0,5$	60 ± 5

Матеріали, які використовуювані для ремонту покришок гарячою вулканізацією, перед застосуванням вимагають виконання ряду допоміжних операцій, що включають підготовку листових гумових сумішей і гумовотканинних матеріалів, готування клею і виготовлення пластирів. Класифікація матеріалів для місцевого ремонту покришок і камер приведена на рисунку 1.7.

Таблиця 1.3 – Пластирі самовулканізуючі для посилення й ремонту камер і покришок

Найменування	Тип пластиру	Розміри, мм		
		Підстава пластиру	Товщина	
			по центру	по краю
Пластир гумовий, вулканізований з адгезивним шаром	П-1	25 ± 2	$1,5 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,1$
	П-2	35 ± 2	$1,5 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,1$
	П-3	68 ± 2	$2,5 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,1$
	П-4	88 ± 2	$2,5 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,1$
	П-5	120 ± 2	$2,5 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,1$
	П-6	$(32 \times 70) \pm 2$	$1,5 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,1$
	П-7	$(40 \times 100) \pm 2$	$2,5 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,1$
	П-8	$(70 \times 100) \pm 2$	$2,5 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,1$

Ремонт місцевих пошкоджень покришок

Технологічний процес місцевого ремонту покришок передбачає наступну послідовність операцій :

1. Миття та сушіння покришок

Після визначення характеру і виду пошкодження покришки проводиться миття, із застосуванням твердих щіток і наступне її сушіння в сушильній камері при температурі від $+40^{\circ}\text{C}$ до $+60^{\circ}\text{C}$ протягом двох годин.

2. Визначення обсягу ремонтних робіт, вибір методу і способу ремонту, підготовка пошкоджених ділянок

При визначенні способу місцевого ремонту покришки керуються наступними положеннями:

- наскрізні і ненаскрізні пошкодження по протектору чи по боковині покришок розміром до 10–15 мм зашпаровуються без вирізки пошкодженої ділянки;
- ненаскрізні пошкодження з зовнішньої сторони ремонтуються методом «зовнішній конус», із внутрішньої сторони – методом «внутрішній конус»;
- наскрізні пошкодження по протектору чи боковині покришок усуваються методом «зовнішній конус», із внутрішньої сторони – методом «зустрічний конус», у залежності від характеру пошкодження.

3. Шероховка підготовчих поверхонь і прилягаючих до них шарів гуми чи корду, виготовлення пластирів, освітлювання поверхонь ділянок, що ремонтуються, бензином

Внутрішня шероховка здійснюється уздовж нитки корду за допомогою дискової дротової щітки. Границі внутрішньої шероховки повинні відступати від країв ремонтного пластиру, що накладається, на 20–30 мм. Зі свого боку, зовнішня шероховка проводиться у два етапи:

- груба попередня шероховка за допомогою голчастої шарошки;
- тонка шероховка дисковою дротовою щіткою.

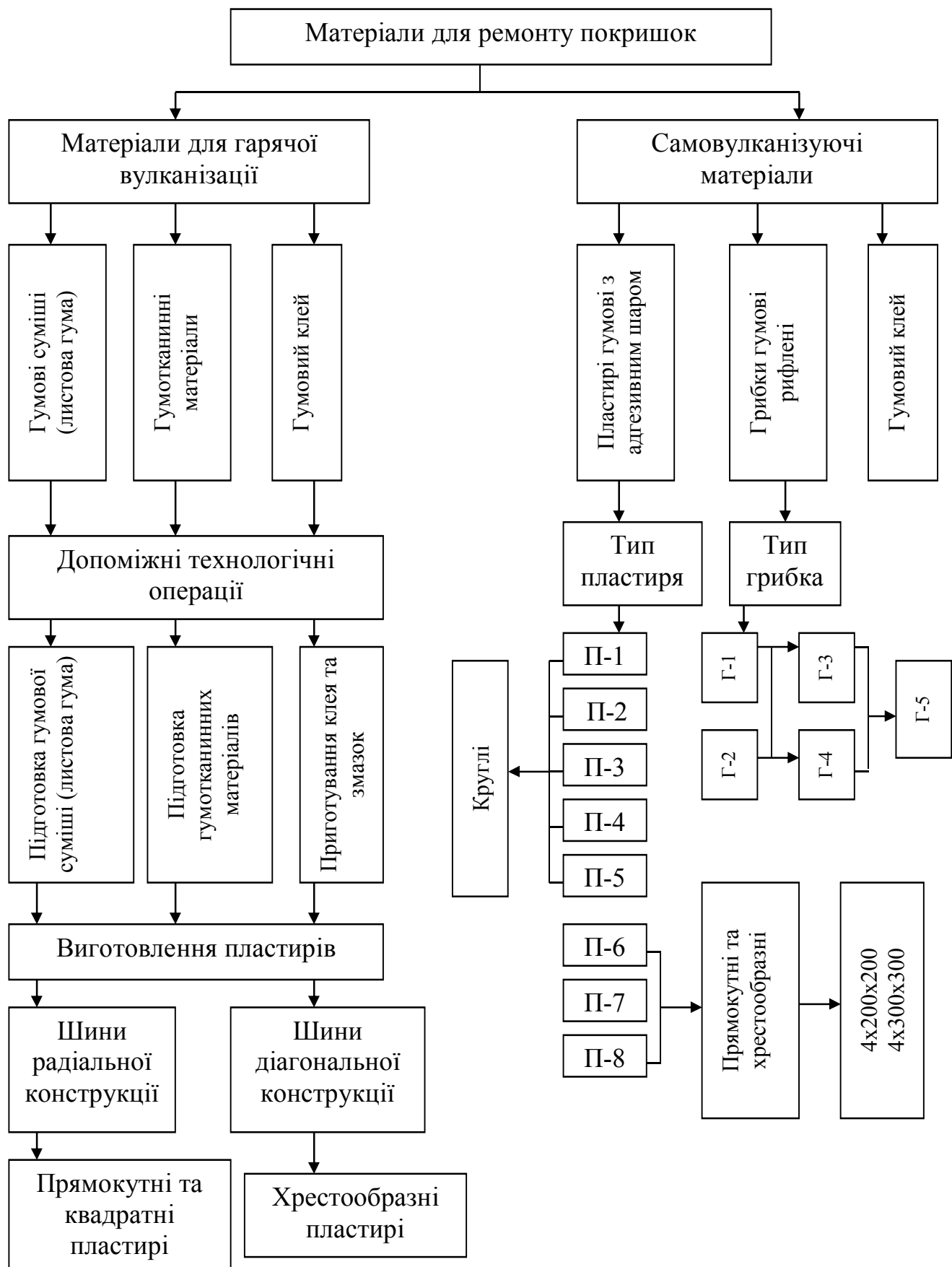


Рисунок 1.7 – Класифікація матеріалів для місцевого ремонту покриттів і камер

Зовнішній шероховці піддають зону вирізки пошкодженої ділянки і поверхні покривних гум навколо неї, відступивши від країв вирізу на 5–10 мм.

4. Підготовка і нанесення клею чи пластиру на підготовлені поверхні покришки. Просушка поверхонь

Клей наноситься двічі на зашерховану поверхню чи вручну пульверизатором. При першому нанесенні повинен застосовуватися клей з концентрацією 1:10, а при другому – з концентрацією 1:12. Промашувати зашерховані ділянки клеєм необхідно спочатку з внутрішньої сторони покришки, а потім із зовнішньої. Після кожного нанесення клею сушать клейову плівку в сушильній шафі протягом 25–30 хвилин при температурі від + 30 °С до +40 °С.

5. Закладення матеріалами, прокатка, вулканізація ділянок, що ремонтуються

Ділянки, звідки вилучені пошкоджений протектор і покривна гума, заповнюються протекторною гумою, а ділянки каркаса – прошаровою. Для відновлення міцності пошкодженого каркаса застосовують пластир, що накладається на місце вирізу пошкодженої ділянки з внутрішньої сторони покришки. Закладення наскрізного пошкодження, вилученого способом «зовнішній конус», роблять з накладення пластиру з внутрішньої сторони покришки. Потім порожнина вирізаного конуса в області каркаса заповнюється шарами прошарової гуми.

Наскрізні проколи й пошкодження в покришках розміром до 15 мм зашпаровуються за допомогою гумових грибків з адгезивним шаром. Також зашпаровують проколи і за допомогою заплаток, що установлюють із зовнішньої і внутрішньої сторін покришки.

Вулканізація покришок проводиться в секторних вулканізаторах, електричних чи парових. Температура вулканізації покришки приблизно +145 °С ± 5 °С. Для обпресування покришок у процесі вулканізації застосовуються повітряні, пароповітряні варильні мішки з тиском повітря (пари) 0,5 – 0,6 МПа. При однобічному обігріві ремонтуємої ділянки покришки застосовуються повітряні варильні мішки, а при двосторонньому – пароповітряні і електроповітряні. Режим вулканізації вибирається залежно від виду ремонту і характеру пошкодження.

6. Зачищення ділянок ремонту

Після місцевої вулканізації в покришці віддаляються напливи гуми, нерівності і задирки на відремонтованих ділянках. Зачищення виконується вручну – ножем чи абразивним колом.

7. Контроль якості ремонту

Покришки, що пройшли ремонт, повинні відповідати наступним вимогам:

- на внутрішній поверхні покришки не повинно бути набряків чи западин, ознак відшарування латок, недовулканізації, складок і стовщень;
- накладені на протектор чи боковину ремонтні матеріали повинні бути цілком звулканізовані з матеріалом покришки;
- не допускається зміна зовнішніх розмірів покришки і форми її бортів;
- відремонтовані ділянки не повинні мати відшарувань і пористості;

– допускається наявність раковин чи пор на відремонтованій поверхні розмірами до 10 мм і глибиною до 2 мм без оголення при цьому корду.

При виконанні технологічних операцій у вищенаведеній послідовності можна домогтися високої якості ремонту місцевих пошкоджень покриттів.

8 Контроль якості місцевого ремонту камер

Відремонтовані камери перевіряються на герметичність зануренням накаченої повітрям камери в спеціальну ванну з водою.

Відремонтовані камери повинні відповідати наступним вимогам:

- не повинна пропускати повітря;
- латки, а також п'ятка вентиля повинні утворювати з нею міцне з'єднання і не мати пористості, набряків і слідів недовулканізації;
- краї латок і п'ятка вентиля не повинні мати стовщень.

Методи діагностування коліс і шин тролейбусів

Таблиця 1.4 – Структурні параметри шин

Позначення шин	Тип конструкції	Норма шаровості	Тип протектора	Д мм	В мм	R мм	P кгс	P кгс/см ²	Основне застосування
12.00-20 320-508	Діагональна	16	дорожній	1125	315	527	3000	6,7	ЗіУ-9; ПМЗ
12.00-20 320-508	Діагональна	16	Поперечно-розчленований	1125	315	527	3000	6,7	ЗіУ-9; ПМЗ
12.00-R20 300 -508	Радіальна	18	дорожній	1120	313	525	3250	8,5	ЗіУ-9; ПМЗ; 14Тр; ДАК – 217Е

Діагностування коліс передбачає в першу чергу визначення технічного стану підшипникових вузлів маточин, елементів кріплення дисків (ободів), шин, а також тиску повітря в них.

Стан підшипникових вузлів визначається за величиною люфтів, приладами с годинниковими механізмами, оптичними і т.д. Елементів кріплення шаблонами та приладами для вимірювання лінійних та кутових розмірів, різьбових з'єднань.

Знос шини визначається за глибиною канавки протектора по центру бігової доріжки, яка повинна бути в експлуатації не менше 2-х міліметрів на довжині $\frac{1}{4}$ довжини поверхні катання шини по центру протектора.

Тиск повітря в шинах вимірюють манометрами, які безпосередньо з'єднують з вентилям камери. З метою автоматизації контролю тиску в шинах та підвищення надійності вентилів використовують спеціальні пристрої різної конструкції, зокрема, що деформують шини, вбудовані в камери з

радіопередавачами, частота радіо хвиль яких залежить від тиску всередині камери та ін.

Для контролю внутрішнього тиску в шинах тролейбусів всіх типів в НДКТИ МГ створений стенд типу СКТШ, конструкцію якого показано на рисунку 1.8. Він складається з чотирьох аналогічних по конструкції платформ (по числу шин ведучого моста) і пульта керування.

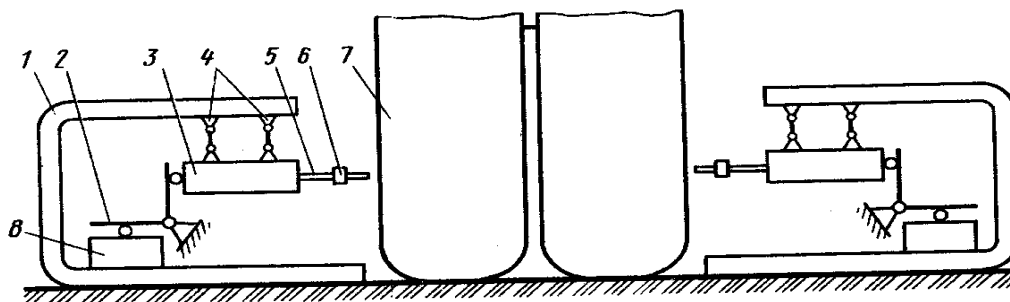


Рисунок 1.8 – Схема вимірювальних платформ стенду типу СКТШ контролю внутрішнього тиску в шинах:

1 – рама, 2 – куліса, 3 – силовий циліндр, 4 – маятники, 5 – шток, 6 – давач, 7 – шина, 8 – силовимірювальний давач

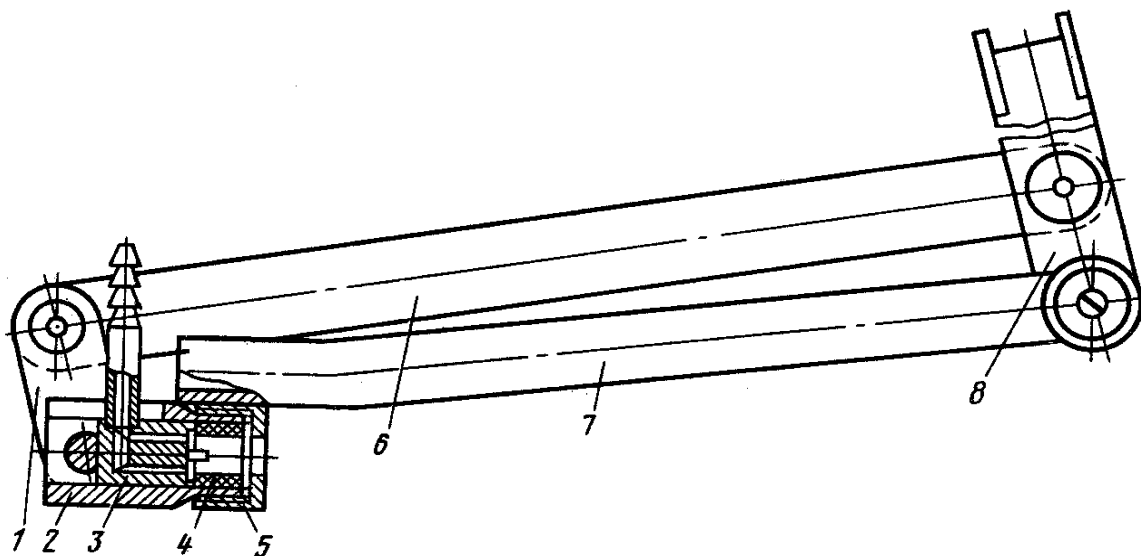


Рисунок 1.9 – Пристосування типу ППШ-1 для підкачки шин:

1 – рама, 2 – корпус, 3 – поршень, 4 – гумова втулка, 5 – стійка, 6 – тяга, 7, 8 – важелі

До рами (1) платформи на маятниках (4) підвішений силовий циліндр (3), що чинить вплив через кулісу (2) на давач виміру сили (8). На штоку (5) силового циліндра встановлений давач (6), який фіксує глибину вдавлювання штока в шину (7). В даному стенді для сили використаний стандартний тензодавач типу 1778 ДСТ-І0-0,25 на зусилля до 10 кН. Таким чином, величина тиску визначається за величиною вдавлювання штока в шину при визначенні величини сили вдавлювання.

Доведення тиску в шині до норми після контролю стендом типу СКТШ здійснюють за допомогою спеціальної колонки С-413, або пристрої типу УКШ.

Для підключення до вентиля шини з мінімальною втратою часу також в НДКТІ МГ розроблені пристосування типів ППШ-1 (рис. 1.9) для внутрішніх шин ведучих мостів і ППШ-2 (для зовнішніх шин ведучих і ведомих мостів).

Пристосування для підкачки шин ППШ-1 складається з наступних елементів: корпусу (2), в якому встановлений поршень (3), що закінчується штуцером для під'єднування до магістралі стислого повітря. В передній частині корпусу перед поршнем знаходиться гумова втулка (4). На корпусі перед гумовою втулкою наварена стійка (5). В задній частині корпусу (2) є поперечний отвір, в який вставлений ексцентрик, жорстко сполучений з важелем (1). Ексцентрик взаємодіє з поршнем (3), а важіль (1) паралельно, через тягу (6), сполучений з важелем (8), який у свою чергу шарнірно прикріплений до важеля (7). Гумовою втулкою (4) пристрій надягається на вентиль шини. Через тягу (6) і важіль (1) натисненням на важіль (8) відбувається поворот ексцентрика, який, переміщуючи поршень вперед, з одного боку, охоплює гумову втулку (4) навкруги вентиля, створюючи герметичне ущільнення, а з іншою поршень своїм наконечником натискає на стрижень золотника шини і, утоплюючи його, відкриває вентиль для подачі стислого повітря через штуцер і канали в шину.

Контроль внутрішнього тиску в шинах стендом СКТШ слід розглядати як експрес-контроль, оскільки його точність вимірювання нижче від вимірювання тиску манометрами. Базовим методом контролю тиску в шинах повинен бути контроль за допомогою манометрів.

Контроль за допомогою манометра і доведення тиску до нормативу повинні здійснюватися на ТО-2 і СР, коли всі колеса демонтують з тролейбуса відповідно до встановленої технології. Після демонтажу шин після ТО-2 або ремонту тролейбусів на стенді типу СКТШ необхідно заміряти бічні жорсткості всіх шин, внутрішній тиск в яких повинен дорівнювати нормативному. Значення бічних жорсткостей заносять в технічний паспорт, або журнал реєстрації стенду типу СКТШ і використовують при повторних контрольних операціях на цьому стенді до наступного поточного ремонту як нормативні значення.

Максимальний інтервал контролю внутрішнього тиску в шинах в тролейбусних депо на стендах типу СКТШ повинен бути не більше одного тижня.

В лабораторії установка для діагностування коліс складається з колеса тролейбуса ЗіУ-9 з шиною 320 x 508, манометра, ларингофонів, частотоміру, аналізатора спектру частоти.

ЗВІТ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ ПОВИНЕН МІСТИТИ:

1. Стислу технічну характеристику коліс тролейбуса.
2. Стислу характеристику тролейбусних шин, умови експлуатації та зберігання.

3. Технологічну карту на технічне обслуговування тролейбусних шин. Вона повинна включати перелік робіт, технологічне устаткування, оснащення та інструмент, а також технічні вимоги (умови) і норми часу (табл. 1.5).

4. Структурну схему технологічного процесу технічного обслуговування шин.

5. Перелік структурних та діагностичних параметрів (табл. 1.6).

6. Номінальні і граничні значення параметрів.

7. Перелік засобів і контролю параметрів.

8. Алгоритм діагностування технічного стану коліс і шин тролейбуса.

9. Дані вимірювання залежності власних коливань шини від тиску повітря в ній.

Таблиця 1.5 – Технологічна карта технічного обслуговування шин

№ з/п	Зміст робіт і методи їх проведення	Технічні вимоги та умови	Прилади та інструменти	Норма часу

Таблиця 1.6 – Перелік та значення структурних і діагностичних параметрів

Параметри		Значення параметрів			Методи контролю	Технічні засоби
Структурні	Діагностичні	Номінальні	Граничні	Виміри		

Основні запитання:

1. Основні технічні характеристики коліс.
2. Маркування коліс.
3. Які причини нерівномірного зносу протектора шин?
4. Яке обладнання використовується для технічного обслуговування шин?
5. Назвіть вимоги Правил експлуатації тролейбуса до стану шин і коліс?
6. Які вимоги до сезонної експлуатації шин?
7. Які фактори впливають на інтенсивний знос протектору шин тролейбуса?
8. Назвіть умови зберігання шин?
9. Правила безпеки під час монтажу і демонтажу шин.
10. Діагностичні параметри коліс тролейбуса.
11. Методи вимірювання тиску в шинах
12. Які стенди та прилади використовуються при діагностуванні коліс? Їх принцип дії.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

Діагностування струмоприймачів тролейбуса

Мета роботи:

1. Вивчення структурних та діагностичних параметрів, методів і засобів для діагностування струмоприймачів тролейбуса.
2. Здобуття навичок з використання технологічного обладнання для діагностування струмоприймачів.

Порядок виконання роботи:

- 1 Вивчити параметри і характеристики струмоприймачів тролейбуса.
- 2 Визначити діагностичні параметри струмоприймачів.
- 3 Вивчити методи контролю діагностичних параметрів струмоприймачів.
- 4 Виконати необхідні виміри для визначення технічного стану струмоприймачів.
- 5 Скласти алгоритм діагностування струмоприймачів тролейбуса.

Загальні відомості

Струмоприймачі забезпечують безперервну подачу електроенергії на електрообладнання тролейбусів. Вони здійснюють електричне з'єднання між контактами проводами і тяговим електричним двигуном, а також високовольтними електричними колами на стоянці і під час руху тролейбуса. Як правило на тролейбусах встановлюється по два струмоприймача в вигляді стержнів змінного перерізу – штанг. На ЗіУ-9, ПМЗ використовують штангові струмоприймачі РТ-6І, які змонтовані на даху тролейбуса. Система шарнірів у основи і головки струмоприймача дозволяє тролейбусу відхилятися від осі підвішування контактних проводів до 4,5 м в сторону, що відповідає куту повороту штанги струмоприймача 60° від осі тролейбуса. Робоча висота від основи струмоприймача до контактного проводу може змінюватися в межах 700–3000 мм. Натиснення на контактний провід в межах робочої висоти повинно бути 12–14 кгс. Струмоприймачі забезпечують надійне струмознімання при швидкості до 70 км/год. Основні частини струмоприймача РТ-6І – основа, контактна головка ГТ-14А, підйомний механізм, обмежувач підйому і опускання штанги. Загальний вигляд струмоприймача наведено на рисунку 2.1.

Під час роботи контактна головка ковзає контактним проводом, а підйомний механізм забезпечує переміщення струмоприймача в горизонтальному і вертикальному напрямках і здійснює необхідне контактне натиснення.

Перехід штанги від одного діаметра до іншого виконано плавно (радіус 150мм). На верхньому кінці труби нарізано різьбу М24 для кріплення ізолятора контактної головки. Верхній кінець штанги вигнутий догори на 350 мм для

компенсації прогинання, яке створюється у наслідок натиснення на контактний провід. На нижньому кінці штанги є паперово-бакелітовий ізолятор

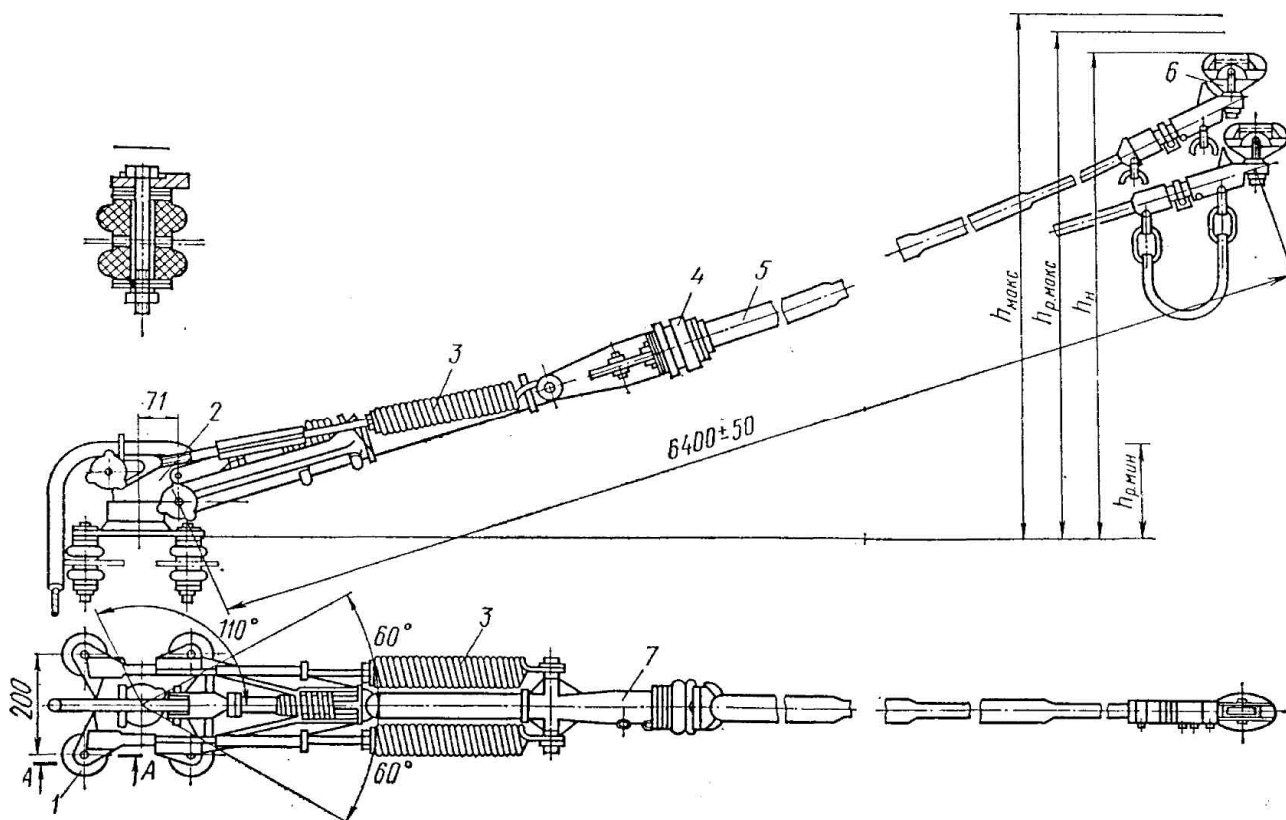


Рисунок 2.1 – Штанговий струмоприймач типу РТ-6І тролейбуса ЗіУ-9:
1 – фарфорові ізолятори; 2 – плита (основа); 3 – пружина; 4, 7 – штанготримач; 5 – штанга;
6 – контактна головка

Технічні характеристики струмоприймачів:

Номінальна напруга	550 В;
Допустимий тривалий струм	170 А;
Висота підйому штанги з контактною головкою від опорної горизонтальної площини основи струмоприймача:	
якнайменша робоча.....	700 мм;
номінальна	2700 мм;
найбільша	3000 мм;
найбільша у вільному стані.....	4250 мм;
допустиме відхилення штанги від осі підвіски контактних проводів	4500 мм;
Можливе відхилення штанги від подовжньої осі тролейбуса.....	1100 мм;
Маса струмоприймача	79 кг.

Основною частиною струмоприймача є контактна головка. Вона повинна забезпечувати під час руху стійке струмознімання при великих швидкостях, на кривих, а також при відхиленні тролейбуса від осі підвіски контактних дротів

до 4,5 м. Головка закріплюється в кінці штанги струмоприймача на ізоляційній втулці (2) (рис. 2.2), з допомогою сталевго утримувача (1). В ньому встановлена вісь з сферичною формою у верхній частині. На осі встановлюється поворотна частина контактної головки.

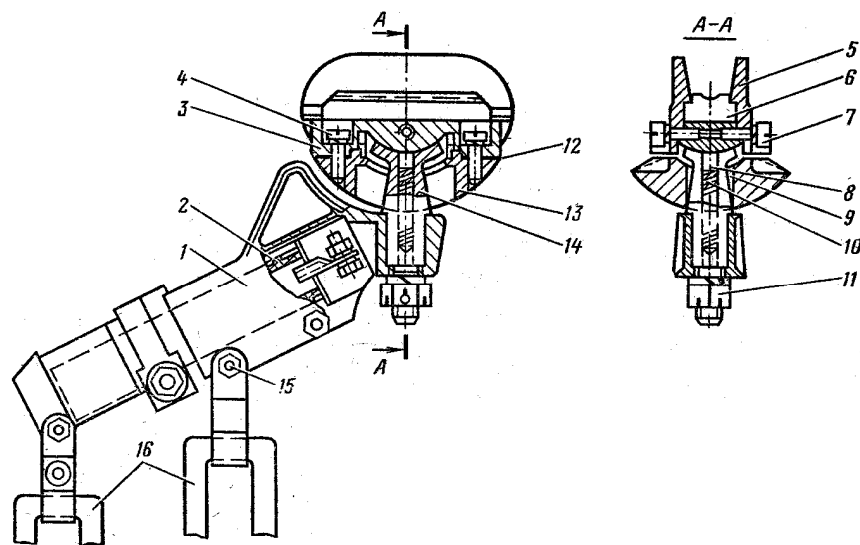


Рисунок 2.2 – Контактна головка ГТ-14А струмоприймача тролейбуса:

1, 13 – утримувачі; 2 – ізоляційна втулка; 3 – вкладиш; 4, 7 – болти; 5 – щічка; 6 – вугільна вставка; 8 – щітка; 9 – пружина; 10 – пружина; 11 – гайка; 12 – прокладка; 14 – п'ята; 15 – болт; 16 – захисна стрічка

Стендовий метод контролю струмоприймачів

Стенд СКТС плитою (1) (рис. 2.3) кріплять до верхнього перекриття цеху. До цієї плити (1) за допомогою затискача (6) закріплений контактний провід (7). Між затискачем (6) встановлено елемент передачі сили, який виконано у вигляді встановлених на струмопровідній планці (10) двох ізоляційних штоків (8), жорстко пов'язаних з важелями (9). Останні у свою чергу жорстко з'єднані з валом (3). Один з його кінців нерухомо прикріплений до опорної стійки (5), а інший встановлюється в підшипниковій опорі (2). Магнітопружний давач (4), розміщений на ділянці валу (3) і прикріплений до підставки стану (1).

При проїзді тролейбуса в зоні контролю і наїзді струмоприймача (11) на струмопровідну планку (10) за рахунок сили контактного натиснення через штоки (8) і важелі (9) на ділянці валу (3) між важелем (9) і опорною стійкою (5) створюється обертовий момент. Останній вимірюють давачем (4), що представляє собою магнітопружний перетворювач. Значення сили притискання пропорційне моменту, що скручує вал (3), прочитують з пульта стану. Крім того, в останньому встановлено порівнюючий пристрій, що подає світловий і звуковий сигнали при відхиленні сили притискання від нормативного.

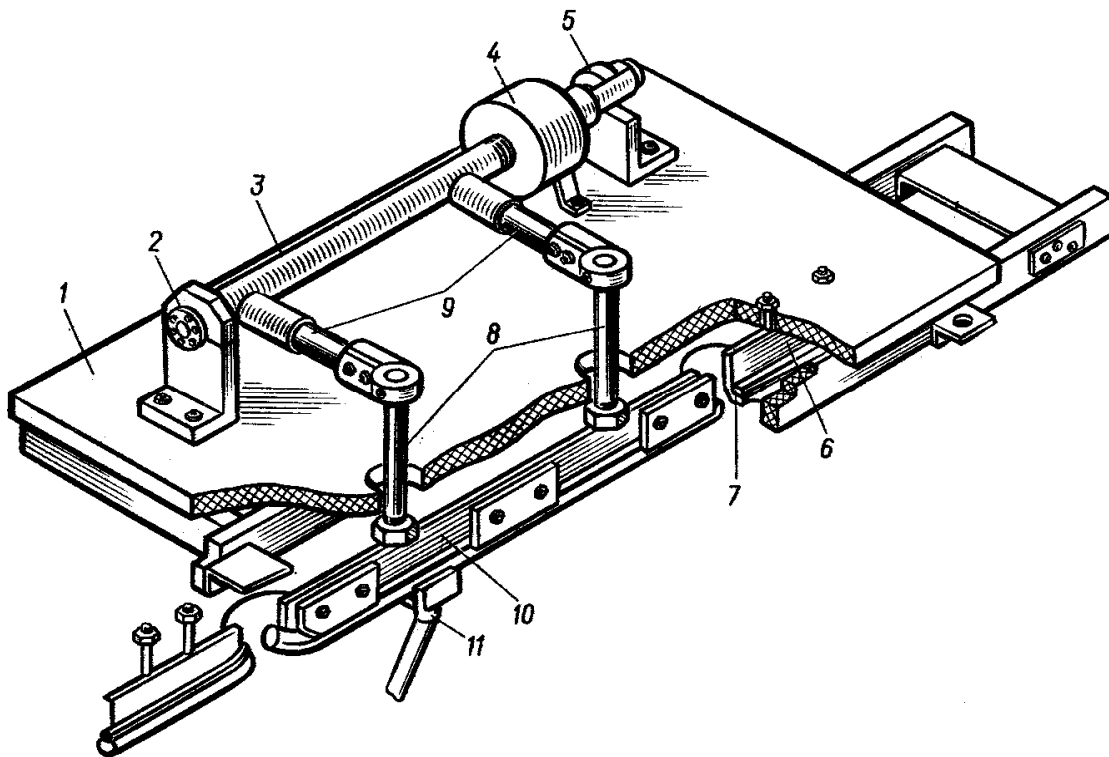


Рисунок 2.3 – Стенд контролю струмоприймачів СКТС:

1 – плита (основа); 2 – підшипникова опора; 3 – вал; 4 – магнітопружний давач; 5 – опорна стійка; 6 – затискач; 7 – провід; 8 – ізоляційний шток; 9 – важелі; 10 – струмопровідна планка; 11 – струмоприймач

Стенди СКТС призначені для тролейбусів ЗіУ-10 і ЗіУ-9, на яких вимірюють тільки статичне натиснення. Для цих же типів тролейбусів може бути використаний вимірювач статичного контактного натиснення типу СКС, розроблений в НДКТІ МГ для тролейбусних і трамвайних депо. Він виконаний на базі серійного тензодавача 1778-ДСТ-О4-025 і дозволяє, крім візуального знімання інформації про контактне натиснення, видавати його реєстрацію на стрічку.

Для тролейбусів Тр-9, Тр-14 і Тр-15, де, крім контролю статичного натиснення вимагається ще контролювати силу тертя в шарнірах струмоприймача, в НДКТІ МГ розроблений стенд СКІТ, виконаний, на базі стенду СКТС.

Для можливості переміщення головки струмоприймача вгору і вниз від первинного положення в процесі вимірювань сили тертя штоки (8) в стенді СКІТ пов'язані з важелями (9) не безпосередньо, як в стенді СКТС (рис. 2.2), а через гвинтову передачу з мікроелектродвигуном.

У разі коли в цеху (на контрольно-діагностичній лінії) висота підвіски контактної мережі менше 5,2 м, стенди контролю натиснення струмоприймачів повинні встановлюватися не в розрізі контактної мережі, а вище неї, зовні зв'язку з мережею.

Проте, як показали експериментальні дослідження, в процесі роботи струмоприймача жорсткість підйомних пружин систематично зменшується, причому швидкість зміни жорсткості від пробігу має стохастичну залежність.

Навіть нові пружини мають розподіл у жорсткості $\pm 5\%$. Крім того, на струмоприймачах тролейбусів знаходяться пружини з різними термінами експлуатації. В результаті підйомні пружини мають жорсткість, що коливається від 5 до 20 % номінальної, а статичні характеристики струмоприймачів з цієї причини мають значне відхилення від нормативної.

В процесі контролю статичного натиснення струмоприймачів виникає необхідність здійснити його регулювання. Природним є використання для цього вищеописаного стенду. Для забезпечення умов електробезпеки при регулювальних роботах на струмоприймачах тролейбуса, а також при інших роботах в НДКТИ МГ розроблено пристрій УБРТ-22.

Цей пристрій забезпечує автоматичне зняття високої напруги з секціонованої ділянки контактної мережі. Напругу знімають механічним розмиканням видимих роз'єднувачів і відключенням контакторів.

ЗВІТ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ ПОВИНЕН МІСТИТИ:

- 1 Стислу технічну характеристику струмоприймачів тролейбуса.
- 2 Перелік структурних та діагностичних параметрів.
- 3 Номінальні і граничні значення параметрів.
- 4 Перелік засобів і контролю параметрів.
- 5 Алгоритм діагностування технічного стану струмоприймача тролейбуса.

Таблиця 2.1 – Перелік та значення структурних і діагностичних параметрів

Параметри		Значення параметрів			Методи контролю	Технічні засоби
Структурні	Діагностичні	Номінальні	Граничні	Виміри		

Основні запитання:

1. Основні технічні характеристики струмоприймачів тролейбуса.
2. Вимоги до конструкції струмоприймачів.
3. Діагностичні параметри струмоприймачів.
4. Яке технологічне обладнання використовується для діагностування струмоприймачів на підприємствах МЕТ?
5. Алгоритм діагностування. Принципи побудови.
6. Охорона праці під час діагностування дахового обладнання тролейбуса.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

Діагностування електричних машин.

Перевірка та контроль технічного стану ізоляції високовольтного електрообладнання.

Мета роботи:

1 Вивчити методи і технічні засоби контролю електричних машин рухомого складу, порядок визначення короткозамкнених витків якірної обмотки.

2 Вивчити структурні та діагностичні параметри електричних машин.

3 Вивчити технологічне обладнання та оснащення для контролю технічного стану ізоляції високовольтного обладнання рухомого складу електричного транспорту.

4 Вивчити технічні характеристики та умови експлуатації високовольтного обладнання трамваю і тролейбуса.

5 Вивчити технологічний процес відновлення ізоляції електричних машин рухомого складу електричного транспорту.

Порядок виконання роботи

1 Вивчити технічні характеристики, маркування та умови експлуатації наступних електричних машин (за вказівкою викладача):

- тягових електродвигунів ДК-210А-3, ДК-213-У2, ТН 81;
- допоміжних двигунів ДК-661Б, ДК-661Б У2, МСТ 7,5;
- електродвигунів компресорів ДК-408В, ДК-410Б;
- електродвигунів приводу гідронасоса Г-732В;
- електродвигунів приводів дверей Г-108А;
- електродвигунів приводу контролерів ПЛ-072Д;
- електродвигунів вентилятора печі кабіни водія і салону МЕ-237, МЕ-250.

2 Визначити діагностичні параметри вказаних електричних машин.

3 Вивчити методи контролю діагностичних параметрів електричних машин.

4 Виконати необхідні виміри для визначення технічного стану вищеназваних електричних машин, їхніх механічних вузлів, обмоток і щітково-колекторних вузлів.

5 Скласти алгоритм діагностування вказаної електричної машини.

6 Отримати навички роботи на технологічному обладнанні, з пристроями та інструментом, що рекомендуються для діагностування електричних машин.

7 Вивчити технічні характеристики та умови експлуатації високовольтного обладнання трамваю і тролейбуса.

8 Вивчити технологічний процес відновлення ізоляції електричних машин рухомого складу електричного транспорту.

9 Отримати навички роботи з технологічним обладнанням та пристроями, що рекомендуються для контролю технічного стану високовольтної ізоляції електричного обладнання.

Загальні відомості про електричні машини

На рухомому складі міського електротранспорту, як правило, використовуються електричні машини постійного струму. В залежності від систем збудження вони класифікуються на машини з паралельним, послідовним і змішаним збудженням.

Всі двигуни постійного струму на трамвайних вагонах і тролейбусах діляться на дві основні групи. До першої відносяться всі двигуни, призначені для перетворення електричної енергії постійного струму в механічну, необхідну для приведення в рух трамвайних вагонів або тролейбусів. До другої групи відносяться допоміжні електричні машини – двигуни і генератори. Допоміжні двигуни призначені для приводу компресорів, вентиляторів, генераторів низької напруги та інших механізмів. Це двигуни, в основному, з послідовним збудженням.

Електричні машини з паралельним збудженням отримали велике поширення в якості приводів групових перемикачів (контролерів) і генераторів електроенергії допоміжних потреб, що служать для живлення електрообладнання низької напруги, електричних кіл управління і для підзарядки акумуляторних батарей.

На тролейбусах, як правило, встановлюють один тяговий електричний двигун (ТЕД), але існує рухомий склад, на якому встановлено два двигуни, розраховані на напругу постійного струму 550 В (номінальна напруга контактної мережі на рухомому складі міського електротранспорту).

На трамвайних вагонах число тягових двигунів залежить від числа ведучих вісей. Сучасні чотиривісні трамвайні вагони мають чотири ТЕД, котрі з'єднані у дві групи. В кожній групі по два двигуна з'єднуються послідовно, а після цього для збільшення швидкості руху – паралельно. Двигуни розраховані на половину напруги контактної мережі – 275 В, але ізоляцію їхню виконують на повну напругу 550 В.

Режим роботи, на який розрахована електрична машина, називається номінальним. Величини, що характеризують номінальний режим – напруга, струм, потужність, частота обертання – вказуються на заводському щитку машини.

На тролейбусах ЗиУ-9 встановлюють тягові двигуни ДК-210А-3, ДК-211А, ДК-211Б, ДК-213-У2; на тролейбусах ДАС-217Е, РОСАР-ТН 81 з послідовним збудженням, на тролейбусах ПМЗ двигуни КД-138А.

Трамвайні вагони КТМ-5МЗ укомплектовані тяговими двигунами зі змішаним збудженням ДК-259Г, трамвайні вагони Т-3 – тяговими двигунами ТЕ-022 з послідовним збудженням. Загальний вигляд двигунів представлено на рисунку 3.1. – 3.3.

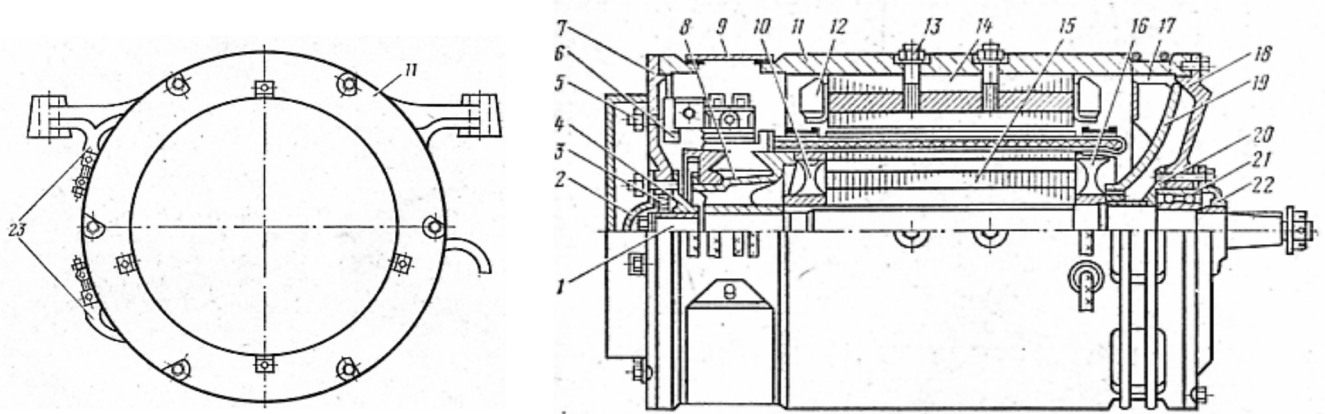


Рисунок 3.1 – Тяговий електричний двигун ДК-210А-3:

1 – вал; 2, 4, 20, 22 – підшипникові кришки; 3 – роликовий підшипник; 5 – палець кронштейна; 6 – кронштейн; 7, 18 – щити; 8 – сталеві втулки; 9 – колекторний люк; 10 – передня нажимна шайба; 11 – остов; 12 – котушка головного полюса; 13 – шпилька; 14 – осердя головного полюса; 15 – осердя якоря; 16 – задня нажимна шайба; 17 – вікно; 19 – вентилятор; 21 – радіально-упорний підшипник; 23 – кришка люка

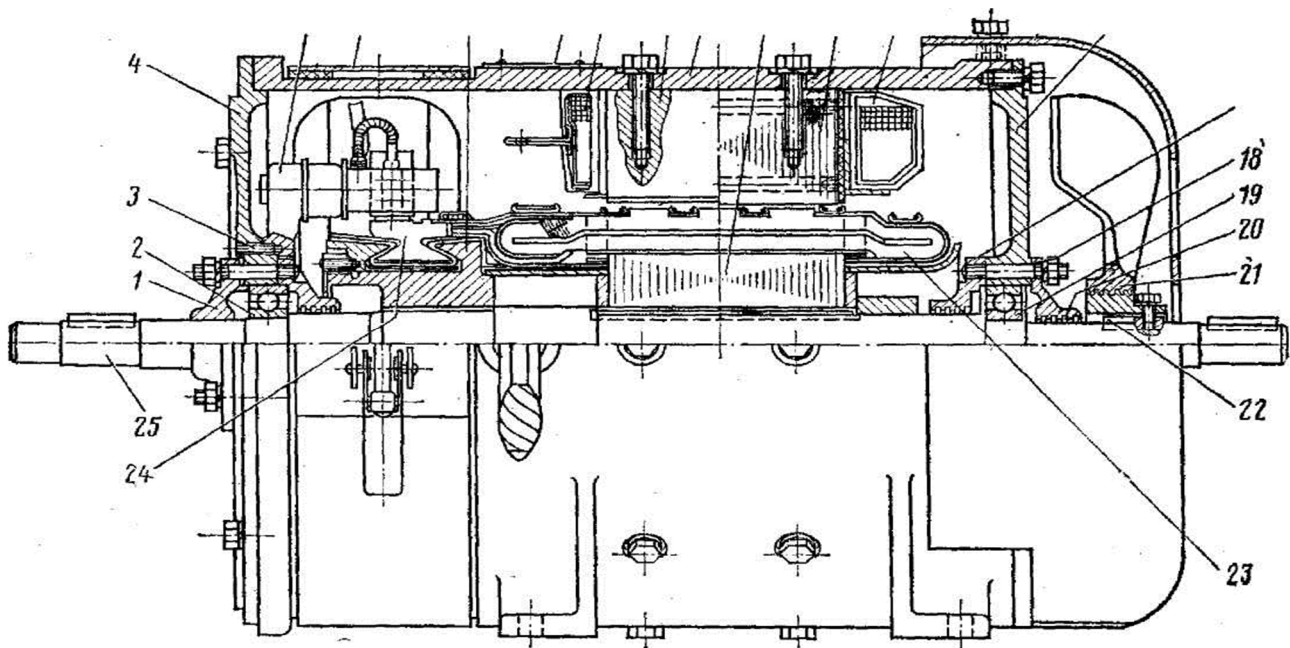


Рисунок 3.2 – Електричний двигун ДК- 661А-1:

1 – кришка підшипника; 2 – кульковий підшипник; 3 – гвинт; 4, 16 – підшипникові щити; 5 – кронштейн щіткоутримувача; 6 – кришка люка; 7 – сталеві втулки; 8 – заклепка; 9 – котушка додаткового полюса; 10 – осердя додаткового полюса; 11 – остов; 12 – осердя якоря; 13 – осердя головного полюса; 14 – котушка головного полюса; 15 – кожух; 17, 18 – кришки підшипника; 19 – кульковий підшипник; 20 – ущільнення; 21 – вентилятор; 22 – шпонка; 23 – обмотка якоря; 24 – колекторна пластина; 25 – вал якоря

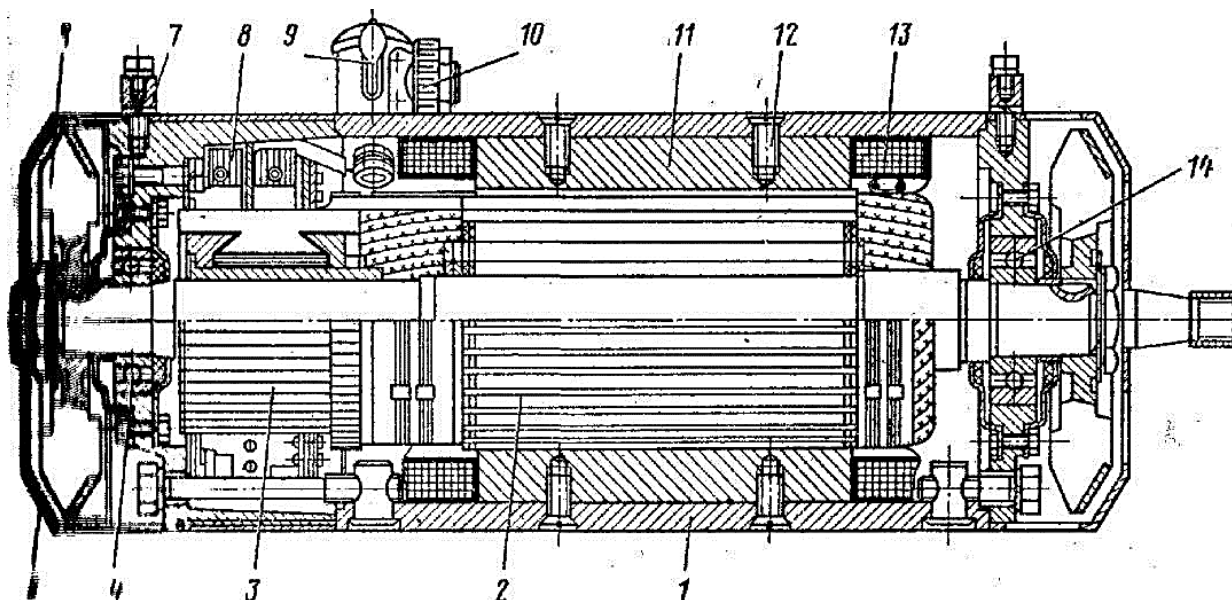


Рисунок 3.3 – Електродвигун гідронасоса підсилювача рульового управління:

1 – остов; 2 – осердя якоря; 3 – колектор; 4, 14 – підшипник, 5 – кришка; 6 – вентилятор;
7, 12 – гвинти; 8 – щіткоутримувач; 9 – екранований зажим; 10 – штепсельний роз'єм;
11 – полюс; 13 – обмотка збудження

Усі тягові двигуни, крім ТЕ-022, виконані з самовентиляцією, мають 4 головних і 4 додаткових полюси, 4 щітки в щіткоутримувачах номінальної висотою 50 мм, найменша допустима висота щітки – 25 мм. Натиск щіток в межах 17,5 – 26,5 Н. З боку колектора у всіх двигунів встановлений роликівий підшипник, а з боку приводу – кульковий підшипник.

Тяговий електродвигун тролейбусів DAC-217E і ROCAR

Тяговий електродвигун TN 81 є електричною машиною постійного струму з послідовним збудження, з обмотками, виготовленими з мідного профілю, з класом ізоляції F.

Принцип охолодження двигуна – самовентиляція через забірні отвори з фільтрами, що розташовані на бічній частині остову.

Двигун кріпиться до рами тролейбуса на трьох кронштейнах з ізоляційними втулками. Між фланцями якоря електродвигуна і карданного валу встановлюється ізоляційна муфта для захисту корпусу тролейбуса від попадання потенціалу при пробію ізоляції двигуна. Ізоляційні втулки і муфта забезпечують другу ступінь захисту при аварійних ситуаціях.

З корпусу через ізоляційні втулки виведено 4 кабелі, з яких два з маркуванням U_1 , U_2 є ланцюгом якоря і два з маркуванням D_1 і D_2 – ланцюгом обмотки збудження.

Зміна кількості обертів двигуна, тобто зміна швидкості руху тролейбуса, відбувається за рахунок впливу ступеня збудження. Збудження регулюється шунтуванням обмотки таким чином, щоб струм збудження був менше струму якоря.

Мінімальна величина струму послідовної обмотки повинна складати 40 % струму якоря.

Перехід з режиму роботи двигуна в генераторний режим виконується шляхом зміни напрямку струму в якорі, зберігаючи напрямок струму в обмотці збудження.

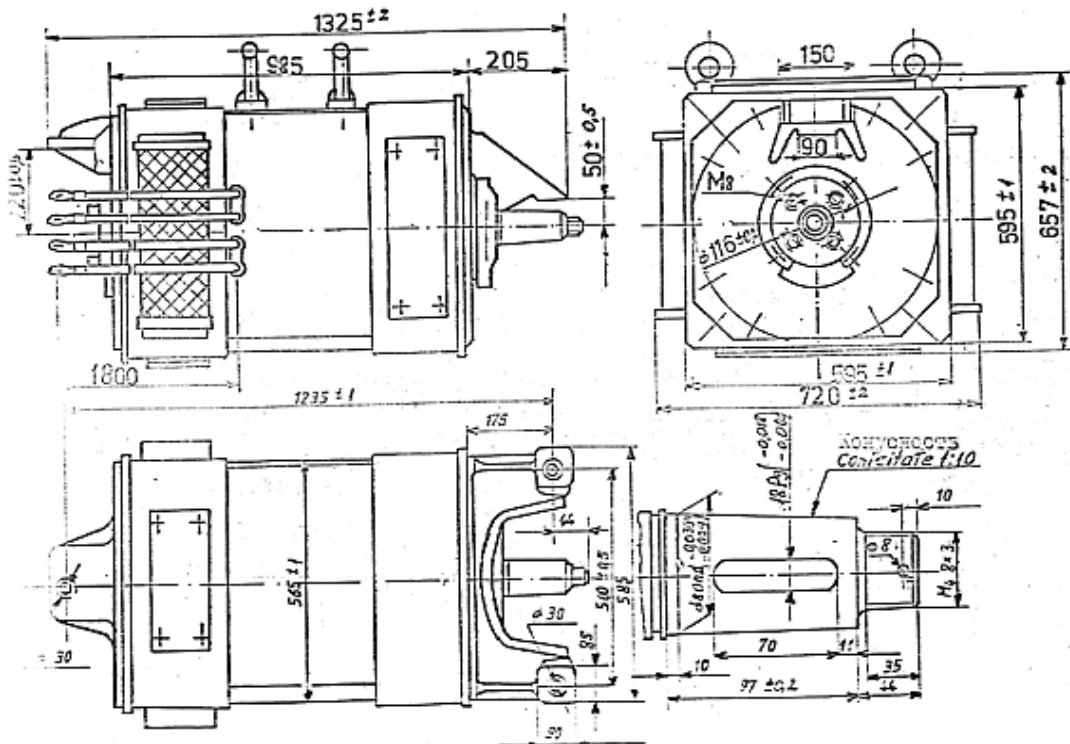


Рисунок 3.4 – Зовнішній вигляд тягового електродвигуна TN 81

Діагностування електричних машин

У процесі роботи тягового двигуна відбувається погіршення параметрів ряду його елементів, що в остаточному підсумку приводить до наступних найбільш вагомих негативних наслідків:

- втрати працездатності ТЕД;
- погіршення технічного стану ізоляції і появи на корпусі двигуна небезпечної для пасажирів і персоналу напруги;
- збільшеному зносу окремих елементів електричних машин та силової передачі;
- підвищеним вібраціям з негативним впливом на комфортабельність поїздки і безвідмовність роботи інших елементів рухомого складу, що ушкоджуються вібрацією двигуна.

Зміна параметрів колектору в процесі роботи ТЕД представляється не тільки зносом пластин по глибині в місцях контакту зі щітками. Спостерігається також зростаюче відхилення окружності колектору від правильної форми. Такі зміни викликаються деформацією окремих пластин через теплові і механічні впливи, вібрації валу якоря, коливальних явищ у магнітній системі при збільшенні зазорів у підшипниках тощо.

Від цих показників залежить знос деталей, що беруть участь у передачі струму, а їхній стан у свою чергу безпосередньо впливає на якість комутації.

У процесі роботи ТЕД відбувається також погіршення властивостей ізоляції обмоток якоря і полюсів, що є складним багатофакторним процесом. Зміна властивостей ізоляції в часі (старіння) виявляється в зміні структури, окислюванні і зникненні компонентів компаундних заповнювачів, а також у втраті механічної міцності з утворенням тріщин тощо.

Найбільш важкі наслідки викликаються пробоем ізоляції між двома секціями якоря, що лежать в одному пазу в двох різних шарах.

До числа параметрів, що характеризують технічний стан ізоляції відносять: опір ізоляції, електричну міцність, діелектричну проникність, тангенс кута діелектричних втрат, частоту внутрішніх розрядів, коефіцієнт теплопровідності.

У тролейбусних та трамвайних депо систематично вимірюють і реєструють один параметр ізоляції – її опір.

Слід зазначити, що процеси втрати працездатності інших високовольтних електричних машин рухомого складу (електродвигунів компресора, генератора, допоміжного електродвигуна, насоса гідропідсилювача) аналогічні процесам зносу ТЕД. Тому методи діагностування останніх застосовні і для інших високовольтних електричних машин тролейбусів.

Для виміру радіального зазору в підшипниках ТЕД використовують пристрій типу ПВРЛ, що складається з магнітного штативу (безконтактна магнітна педаль типу ПБМ-56), системи ламких важелів і індикатор годинникового типу. Пристрій кріплять за допомогою магнітного штатива на корпусі електродвигуна, а штангу індикатора встановлюють вертикально на доступну ділянку вихідного кінця валу ТЕД тролейбуса типу ЗіУ-9 чи на циліндричну поверхню ізоляційної напівмуфти тролейбуса типу Тр (при вимірі радіального зазору підшипника з боку карданного валу).

Розглянемо деякі методи і засоби контролю параметрів ТЕД.

Параметри, що характеризують знос колектору (ексцентриситет), вимірюють, застосовуючи пристрій типу ПКВД-М. Пристрій кріплять до корпусу електродвигуна за крайки колекторного люка, а штангу індикатора годинникового типу встановлюють на робочу поверхню колектору.

Ексцентриситет – вимір биття колектору здійснюється на стенді СІЕ, за допомогою якого якір ТЕД повертається в процесі виміру при мінімальних оборотах. Биття колектору розраховують як різницю найбільшого і найменшого відхилень стрілки індикатора при обертанні. Його допустиме значення для ТЕД усіх типів складає величину 0,1 мм.

Потім пристрій закріплюють на протилежному кінці корпусу електродвигуна, а штангу індикатора вертикально розташовують на поверхні колектору (при вимірі зазору підшипника з боку колектору).

У процесі вимірів до двох верхніх додаткових полюсів короткочасно подається напруга від регульованого низьковольтного джерела. Якір ТЕД піднімається електромагнітною силою додаткових полюсів при струмі близько

200 А. Допустиме значення радіального зазору підшипників ТЕД тролейбусів ЗіУ-9 складає 0,3 мм, тролейбусів типу Тр – 0,5 мм.

При оглядах ТЕД контролюють стан поверхні колектору, а саме колір пластин, ступінь і характер їх забруднення. Цей показник дозволяє побічно, але достатньо впевнено оцінити якість комутації і вихід за припустимі межі деградуєчих параметрів. Ефективність суб'єктивного методу діагностування ТЕД і інших електричних машин може бути підвищена, якщо застосовувати необоротні термоіндикатори.

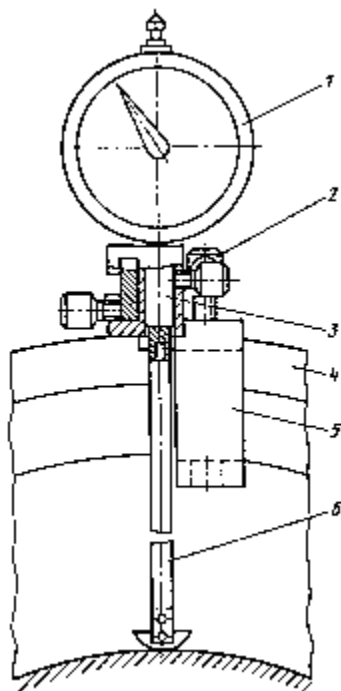


Рисунок 3.5 – Пристрій ПКВД-М контролю параметрів колектору тягового електродвигуна:

1 – індикатор годинникового типу; 2 – фіксуєчий пристрій; 3 – направляюча; 4 – статор ТЕД; 5 – корпус; 6 – штанга

Термоіндикатори плавлення, що випускаються промисловістю, представляють суспензію теплочутливих з'єднань і пігментів у лаку на основі синтетичної смоли. Виготовляють більше 60 видів індикаторів типу ТП для контролю температур від 36 °С до 986 °С з точністю до 2 °С.

Термоіндикатори практично не мають маси. Вони можуть наноситися не тільки на нерухомі, але і на елементи електричних машин, що обертаються і апаратів – обмотки, струмопровідні елементи, корпуси підшипників та ін. На контрольовану поверхню наносять той індикатор, критична температура якого дорівнює припустимій температурі нагрівання. При візуальному огляді електричної машини про випадки, де мали місце, порушення теплового режиму судять по зміні кольору індикатора. Це є підставою для більш детального обстеження машини з пошуком конкретної причини на рівні елементів.

Технічні характеристики тягових двигунів приведені в таблицях 3.1 та 3.2.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики тягових двигунів

Показники	ДК-210А-3	ДК-211А	ДК-211Б	ДК-211Б	ДК-259Г-3	TN 81	TE - 022
Тип збудження	Змішане	Послідовне	Змішане	Змішане	Змішане	Послідовне	Послідовне
Напруга, В	550	550	550	550	550/275	600 ^{+20%} _{-30%}	300
Потужність годинного режиму, кВт	110	150	150	115	45	175	40
Частота обертання, об/хв:							
номінальна	1500	1750	1860	1430	1200	1340	1650
максимальна	3900	3900	3900	3900	4050	3200	4200
Ступінь номінального збудження						0,78	
Ступінь мінімального збудження						0,40	0,55
Максимальна напруга гальмування, В						1400	
Струм годинного режиму, А	220	300	300	232	190	320	
Струм тривалого режиму, А	185		250	200		275	
Маса, кг	725	900	900	700	450	1300	
Підшипники з боку колектора	Роликовий №3Н32310			6308 P6 EL		315P63	NH308/C3
Підшипники з боку приводу	Кульковий №3086313	Кульковий №308		NU 308 P6 EL		NU317-MP63	NU308/C3
Якір:							
Опір обмотки при 20 °С, Ом	0.062	0.0305	0.0305		0.055	0.0251	
Число колекторних пластин	175	210	210		175	230	
Обмотка послідовного збудження:							
Опір при 20 °С, Ом	0.048	0.0374	0.0345		0.0416	0.0263	
Число витків	24	27	25		22		
Обмотка паралельного збудження:							
Опір при 20° С, Ом	95		1,81		47		
Число витків	930		60		630		
Обмотка додаткових полюсів:							
Опір при 20 °С, Ом	0,0355	0,0112	0,0126		0,027	0.01355	
Число витків	26	15	15		26		
Число щіткоутримувачів	4	4	4	4	2	4	

Продовження таблиці 3.1

Параметри щіток: Тип	ЕГ-2А ЕГ-84		ЕГ-84	ЕГ-84			ЕГ 98
Розміри, мм	16х32х50 2/10х32х50		2/10х32х50	2/10х32х50		16х32х41,5	2/6.25х32х43
Найменша допустима висота, мм	25		25	25		25	25
Зусилля натискання на щітку, Н (кГс)	21,5±3,9		21,0-30,4	21,0-30,4	17,5-26,5	10,79-19,6	

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики допоміжних двигунів

Показники	ДК-661Б	ДК-408В	ДК-410Б	МСТ 7,5
Тип збудження				Змішане
Напруга, В	550	550	550	600
Потужність, кВт	3	3,5	3,5	7,5
Частота обертання, об/хв:				
номінальна	2000		1100	1600
максимальна	3200	1100	1168	2000
Струм годинного режиму, А			6,7	
Струм тривалого режиму, А	7,2	8,0		15.6
Режим роботи	Тривалий	Повторно-короткочасний	Повторно-короткочасний	Тривалий
Маса, кг	130	195	175	
Підшипники з боку колектору	Кульковий №306	Роликовий №32310		6308 Р6 EL
Підшипники з боку приводу	Кульковий №306	Кульковий №308		NU 308 Р6 EL
Якір:				
Опір при 20 °С, Ом	1.82	2.77		
Число колекторних пластин	135	135		155
Число пазів	27	45		31
Число витків				1500
Крок по колектору	1-68	1-68		1-78
Число сторін секцій в пазі якоря	10	6		40
Число витків в секції	5	7		5
Марка проводу	ПСДКТ	ПЕЛБО		
Розмір голого проводу, мм	Ш 0,77	Ш 1,08		Ш 1.4
Обмотка послідовного збудження:				
Опір при 20 °С, Ом	8,0	3,2		
Число витків				33
Обмотка паралельного збудження:				
Опір при 20 °С, Ом	8.0	3.2		3.0
Число щіткоутримувачів	4	2	2	2
Параметри щіток: позначення	ЕГ-84К ЕГ-84С	ЕГ-61 ЕГ-84	ЕГ-841	
Розміри, мм	10х16х25	10х25х40	10х25х40	10х20х32
Найменша допустима висота, мм	12,5	20	20	11
Зусилля натискання на щітку, Н (кГс)	6,87-8,34	9,8-11,77	9,8-11,77	4,9-5,89

Діагностування електричних машин за допомогою приладу для визначення короткозамкнених витків якірної обмотки

Підготовка приладу до роботи

Перед початком роботи з приладом необхідно установити і підключити до мережі розетку штепсельного з'єднання, яка додається до приладу. Закріпити прилад на верстаку і приєднати провід заземлення до гвинта заземлення. Підключити прилад до мережі за допомогою шнура – при цьому загориться сигнальна лампа («220 В»). Пристрій для фіксування щупа колектору необхідно встановити на правій стінці корпусу, де розташовано різьбовий отвір. Для цього треба вкрутити горизонтальну штангу в корпус приладу, закріпити на ній вертикальну стійку пристрою з зажимом для щупа.

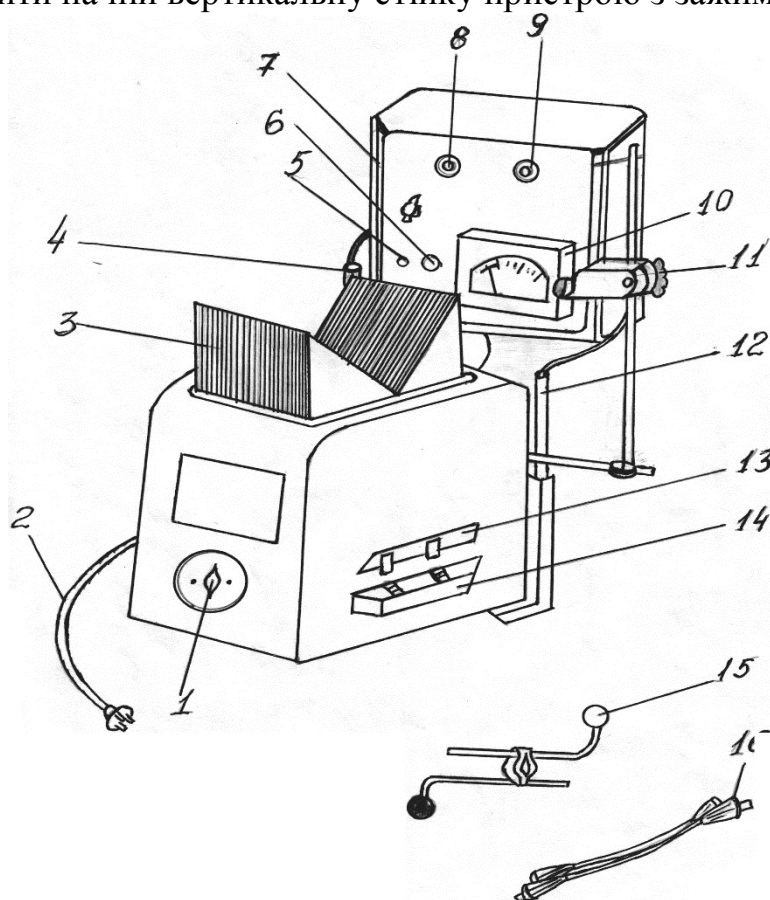


Рисунок 3.6 – Загальний вид приладу для виявлення короткозамкнених витків в обмотках електричних машин:

1 – перемикач типу якоря; 2 – шнур мережі зі штепсельним з'єднанням; 3 – трансформатор (призми трансформатора); 4 – щуп контрольний; 5 – сигнальна лампа «550 В»; 6 – сигнальна лампа «220 В»; 7 – перемикач виду перевірок; 8 – рукоятка потенціометра регулювання струму міліамперметра «струм Інд.»; 9 – рукоятка потенціометра установки на нуль омметр («Уст. Нуля»); 10 – міліамперметр; 11 – пристрій для фіксування щупа колектору; 12 – щуп контролю колектору; 13 – контрольна пластина; 14 – ярмо; 15 – пристосування для прокручування якорів в призмах трансформатора; 16 – перемичка приєднувальна

Перевірити електричні схеми приладу в наступній послідовності:

- покласти якір генератора на призми трансформатора;

- поставити перемикач у положення «Якір генератора», а інший в положення «КОМ»;
- натиснути штирем контрольного щупа на осердя якоря до упору, а рукояткою встановити стрілку приладу в нульове положення шкали;
- поставити перемикач в положення «500 В», натиснути штирем контрольного щупа на сердечник якоря до упору. При справній схемі сигнальна лампа («500 В») повинна горіти;
- поставити перемикач у положення «ИНД.(я)». Торкнутися щупом двох сусідніх пластин колектору і, повертаючи рукоятку, пересвідчитися в можливості регулювання положення. Те ж саме повторити при положенні перемикача «ИНД.(Ов.)».

Після перевірки справності схеми поставити перемикач у положення «ВИМКНЕНО». Перед перевіркою якорів генераторів і статорів, їх необхідно очистити від бруду і пилу та провести зовнішній огляд. Обмотки збудження зняти з полюсних наконечників, очистити від бруду і пилу та провести зовнішній огляд для виявлення видимих дефектів.

Заходи безпеки при роботі з приладом

Прилад може працювати тільки від мережі однофазного змінного струму напругою 220 В. Пам'ятайте, що зміну запобіжників слід виконувати тільки при повністю вимкненому живленні.

Перед вмиканням приладу обов'язково покладіть на призми трансформатора якір чи ярмо, що випробуються, а потім ввімкніть прилад.

Ввімкнення приладу без покладеного на призми якоря чи ярма може привести до виходу зі строю запобіжників або перегріву і згоранню обмоток трансформатора.

Перевірка електричної міцності ізоляції виконується напругою 500 В; при вказаній перевірці не торкайтеся до металевого штиря (голки) контрольного щупа.

Перед початком роботи прилад повинен бути заземлений, провід заземлення приєднати до гвинта заземлення, який розташований на задній стінці корпусу. Після проведення перевірки прилад повинен бути відключений від мережі.

Прилад повинен бути закріплений на верстаку за допомогою болтів чи шурупів.

Визначення замикання на «масу» обмотки якоря

Для визначення наявності замикання обмотки якоря на «масу» необхідно виконати наступні операції:

- покласти якір генератора (стартера) на призми трансформатора и підключити прилад до мережі, при цьому сигнальна лампа повинна загорітися. Перемикач встановити у положення «ЯКІР ГЕНЕРАТОРА», а інший – в положення «500 В»;

- торкнутися по черзі 2-х – 3-х пластин колектору штирем щупа, натискуючи при цьому на рукоятку щупа до упору. Якщо обмотка якоря на «масу» не замкнута, лампа не загориться. Загорання лампи вказує на замикання з «масою». При цій перевірці напруга повинна прикладатися не менш ніж 5 секунд.

Місце замикання визначають за допомогою індикатора і щупа колектору в наступному порядку:

- ввімкнути перемикач роду перевірок у положення «ІНД. (Я)»;
- взяти щуп контролю колектору і висунути до упору верхню пластину. Торкнутися однією пластиною «маси» якоря, при цьому буде помітно відхилення стрілки індикатора, рукояткою потенціометра встановити стрілку на зручне для відліку поділення;
- повертаючи якір по чергові однією пластиною щупа доторкатися до кожної пластини колектору, другою – до «маси» якоря. По мірі наближення до замкнутого на «масу» витку покази індикатора будуть зменшуватись, а біля місця замикання дорівнюватиме нулю, якщо замикання у колекторі, або дуже мало, коли на «масу» торкається будь-який виток у середині якоря;
- після визначення місця замикання поставити перемикач у положення «ВИМКНЕНО» і зняти якір з призми трансформатора.

Визначення короткозамкнутої секції обмотки якоря

Перевірку виконують в наступній послідовності:

- покласти якір генератора (стартера) на призми трансформатора і встановити перемикач в положення «ЯКІР ГЕНЕРАТОРА» («ЯКІР СТАТОРА»), а інший – в положення «ІНД. (Я)»;
- встановити щуп колектору в пристрій, пластини щупа повинні бути притиснуті до двох поруч розташованих пластин колектору, на яких ЕРС секції максимальна. Ручкою потенціометра встановити стрілку приладу в середній частині шкали. Не прибираючи щупа обертом якоря на декілька міліметрів вперед і назад найти положення якоря, при якому стрілка приладу буде давати максимальні показники. Зафіксувати ці показники;
- обернути якір генератора (стартера) так, щоб пластина колектору, що лежить поруч, займала положення попередньої. Показники приладу повинні бути такі ж самі, або мати різницю в 0,5 – 1 поділ шкали. Перевірити таким чином увесь колектор. Якщо є коротко замкнута секція, то при торканні колекторних пластин цієї секції стрілка приладу впаде до нуля, якщо коротке замикання близьке до колектору або показники будуть значно нижче, ніж на інших секціях, і якщо коротке замикання між витками в центрі якоря або на протилежному колектору кінці якоря.

Визначення короткозамкнених витків в обмотках збудження

Перевірка виконується за допомогою вимірювального приладу наступним чином:

- зняти котушку з полюсного наконечника, встановити її на призмі трансформатора, використовуючи ярмо, та приєднати виводи котушки до пластин щупа колектору безпосередньо або за допомогою перемичок. Щуп може бути зафіксовано у пристрої;

- поставити перемикач у положення «ЯКІР ГЕНЕРАТОРА», а інший – в положення «ІНД. (ОВ)». Ручкою потенціометра встановити стрілку приладу на зручну для відліку поділку і запам'ятати показники приладу;

- поставити перемикач в положення «ВИМКНЕНО», зняти котушку і поставити в теж положення іншу (справну) котушку;

- поставити перемикач у положення «ЯКІР ГЕНЕРАТОРА». Якщо котушка, що перевіряється, є справною, то змін у показниках приладу не буде. Наявність короткозамкнених витків викличе знижене показання приладу. Поставити перемикач в положення «ВИМКНЕНО» і зняти котушку;

- крім перевірки котушок методом порівняння, знаходження короткозамкнених витків можна виконувати методом нагріву (для котушок з діаметром 0,8 мм). Для цього необхідно встановити котушку на призми трансформатора, поставити перемикач у положення «ЯКІР ГЕНЕРАТОРА» і очікувати п'ять хвилин. Якщо у котушці є короткозамкнені витки, то вона на протязі цього часу нагріється. Поставити перемикач в положення «ВИМКНЕНО» і зняти котушку з призми трансформатора.

Установка для визначення міжвиткових замикань в полюсних котушках електродвигунів

Відомі методи виявлення міжвиткових замикань (МВЗ) в полюсних котушках тягових двигунів не знайшли широкого вжитку в депо через малу їх ефективність. Загальним недоліком цих методів є те, що для виявлення котушок, котрі мають дефекти, необхідне обов'язкове розбирання магнітної системи тягових двигунів. Значні витрати праці і часу ускладнюють перевірку МВЗ, що стримує широке використання цих методів в депо.

В деяких депо робилася спроба виявити міжвиткові замикання в котушках в зібраному остові. Для цього в полюсні котушки подавався змінний струм частотою 50 Гц, а до полюсів приставлявся магнітопровід у вигляді скоби з котушкою. Спосіб цей не дає потрібного ефекту, оскільки магнітний потік полюсної котушки з міжвитковим замиканням майже не відрізняється від потоку котушки, що не має МВЗ. При цьому виявити котушку з дефектом практично неможливо.

Для зниження трудомісткості і збільшення продуктивності праці можна використати малогабаритний імпульсний пристрій, що дозволяє ефективно виявляти міжвиткове замикання в котушках без розбирання магнітної системи остову.

Генератор імпульсної напруги містить обмежуючий конденсатор С1, імпульсний трансформатор Т1, випрямляч на діодах VD1-VD4, тиристор VD5, одноперехідний транзистор VD6, діод VD7, перемикач напруги, що складається з резистора R7 і вимикача.

При включенні ГІН через резистори R2, R6 і діод VD7 відбувається заряд конденсатора C2 до напруги включення транзистора VD6. Після відкриття транзистора конденсатор C2 починає розряджатися через керуючий електрод тиристора VD5. Тиристор відкривається, забезпечуючи через трансформатор T1 швидкий заряд конденсатора C1. В другий напівперіод відбувається розряд конденсатора C1 також через трансформатор T1. В результаті на виході ГІН виходить різнополярна імпульсна напруга з частотою рівною 50 Гц, і тривалістю 200 мкс.

Індикатор міжвиткових замикань включає вимірювальну котушку ГИК, випрямляч VD1-VD4, перемикач режимів И1 з резисторами R1 і R2, резистор R3 для регулювання чутливості, конденсатор C1 і мікроамперметр PA1.

Наявність міжвиткових замикань в полюсних котушках визначають за ЕРС, наведеній у вимірювальній котушці ГІН. Остання є пласкою прямокутною котушкою з внутрішніми розмірами 160×65 мм, що містить 500 витків, намотану дротом ПЕВ діаметром 0,2 мм.

Для прикладу розглянемо використання пристрою для виявлення міжвиткових замикань на електродвигунах тролейбуса DAC-217E і ROCAR.

На тяговому двигуні TN-81 чотири головні полюси по 25 витків і чотири допоміжні полюси по 18 витків.

Для виявлення міжвиткових замикань в котушках головних полюсів тумблер В2 ставлять в положення MB3, а ГІН під'єднують дротами до виводів C1 і C2. Користуючись індикатором перемикач режимів встановлюють в положення ГП (головні полюси), вимірюють ЕРС, для чого вимірювальну котушку прикладають до середини кожного полюса.

За відсутності MB3 свідчення індикатора на всіх полюсах відрізнятимуться трохи. Свідчення, занижене в порівнянні з середнім значенням на 50 % і більше на якому-небудь з полюсів, вказуватиме на наявність MB3 в котушці даного полюса.

Трохи інакше йде справа з допоміжним електродвигуном МСТ 7.5. Це машина із змішаним збудженням, де на головних полюсах розташовано по дві обмотки – обмотка послідовного збудження і обмотка паралельного збудження, а на додаткових, як завжди, по одній.

Робота за визначенням міжвиткових замикань на обмотках додаткових полюсів виконується аналогічно описаному вище методу з тяговим електродвигуном.

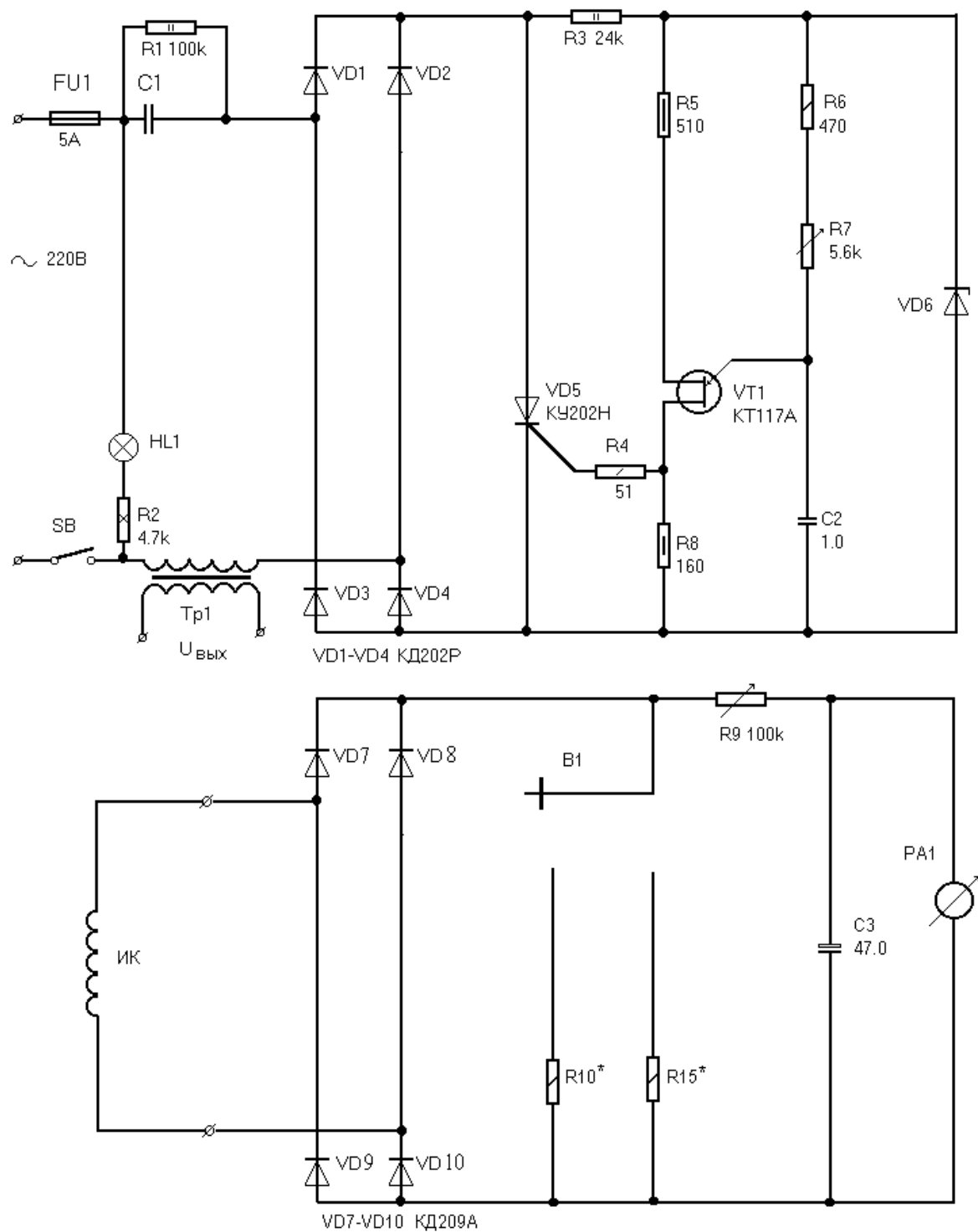


Рисунок 3.7 – Схема електрична принципова пристрою для перевірки міжвиткових замикань полюсних котушок

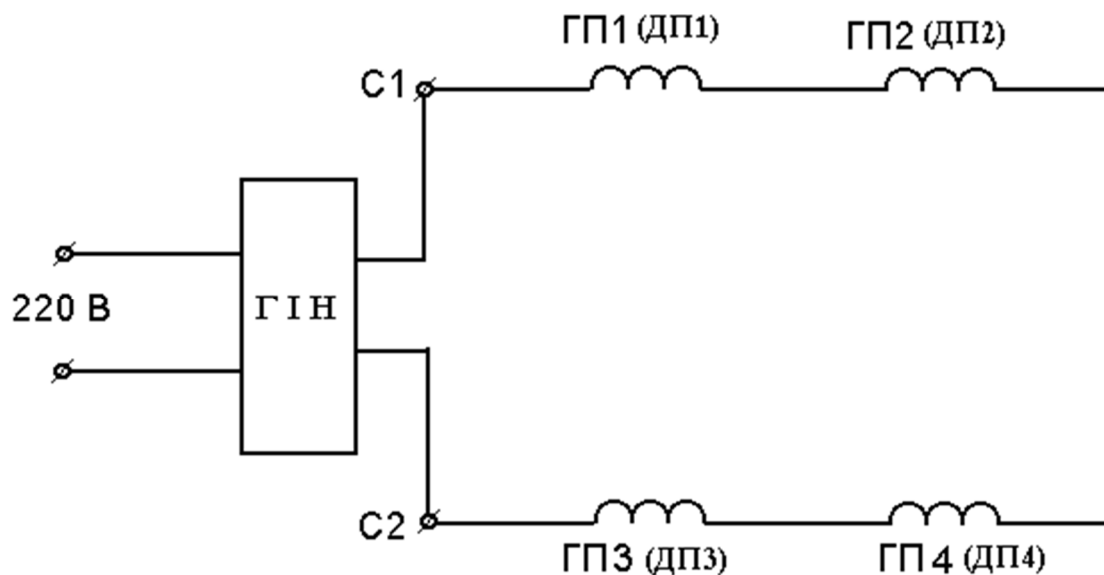


Рисунок 3.8 – Схема включення ГІН для виявлення МВЗ котушок

На головних полюсах спочатку підключаємо ГІН до виводів С1 і С2 послідовної обмотки збудження при включеному тумблері В2 в положенні МВЗ. Користуючись індикатором, перемикач режимів встановлюють в положення ГП (головні полюси), вимірюють ЕРС, для чого вимірювальну котушку прикладають до середини кожного полюса і проводять знімання показань приладу.

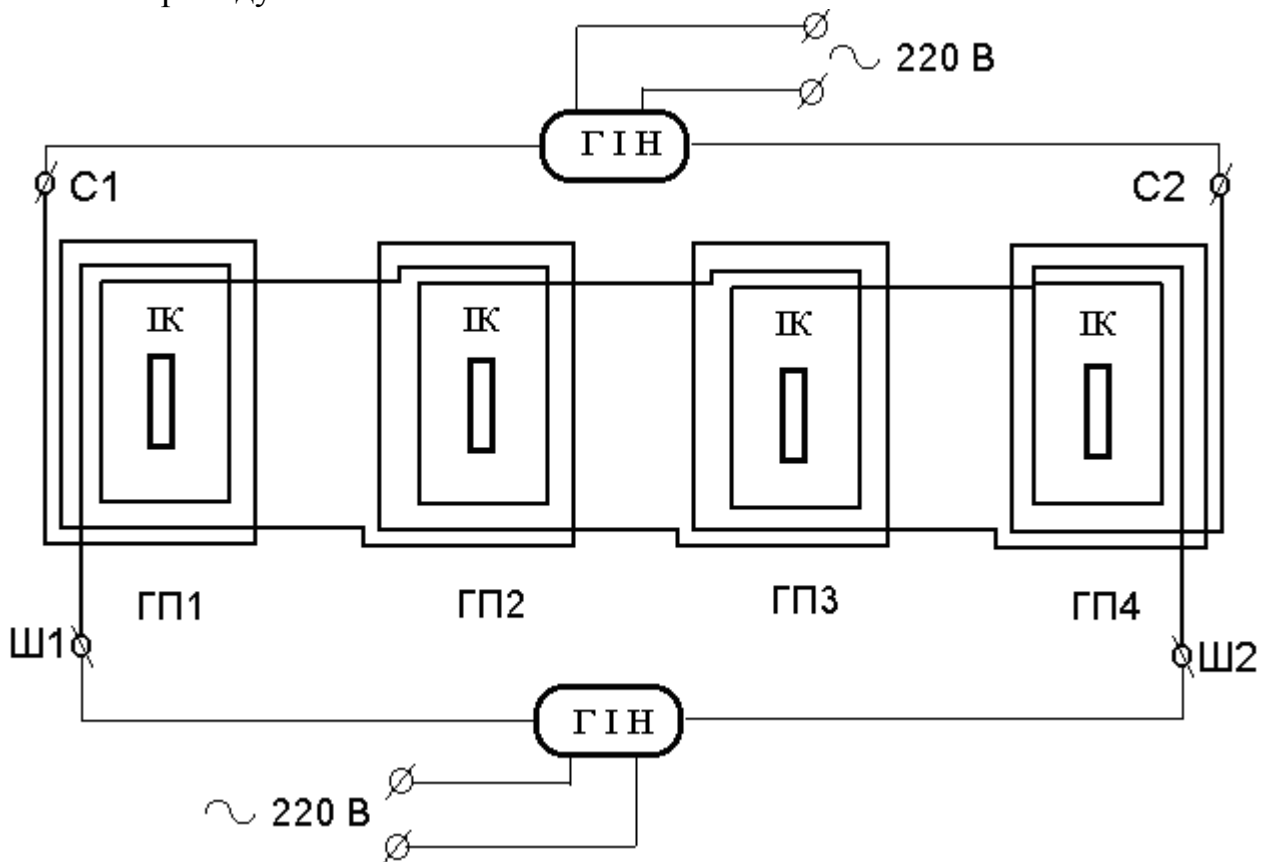


Рисунок 3.9 – Схема включення ГІН для виявлення МВЗ головних полюсів допоміжного електродвигуна МСТ 7.5

Потім аналогічним чином, підключаючись до висновків Ш1 і Ш2 шунтової обмотки, вимірюємо ЕРС від цієї обмотки. Свідчення приладу відрізнятимуться від свідчень по послідовній обмотці, але все одно вони повинні бути однакові на всіх полюсах. Якщо на якому-небудь полюсі індикатор покаже занижене значення приблизно на 50 %, це ознака міжвиткового замикання тієї або іншої котушки полюса.

Пристрій для відновлення ізоляції електричних машин тролейбусів

Пристрій призначений для сушки вологих тягових і допоміжних електричних двигунів тролейбусів ЗіУ-9, 9Тр, 14Тр, а також трамваїв Т-3, з метою підвищення електричного опору ізоляції обмоток і, тим самим, забезпечення їх працездатності.

Пристрій може використовуватися в тролейбусних і трамвайних депо (парках) на лініях технічного обслуговування, а також в цехах експлуатаційних депо і ремонтних заводів.

Технічні характеристики

1. Продуктивність по повітрю, м ³ /год, не менше	900
2. Частота обертання вентилятора, об/хв	1500–2000
3. Напруга живлення, В	380 ± 5
4. Споживана потужність, кВт	10 ± 0,4
5. Температура нагрітого повітря, на відстані 5–10 мм від сопла, °С, не менше	60
6. Габаритні розміри, мм:	
- висота	615 ± 2,0
- ширина	603 ± 2,0
- довжина	510 ± 2,0
7. Маса без кабелю, кг, не більше	36

Будова пристрою і його робота

Пристрій для відновлення ізоляції електричних машин тролейбусів (рис. 3.10) є малогабаритним переносним вентилятором з електричним нагрівачем. Повітря, що нагрівається вентилятором (1), закріпленим в корпус (2) проходить через нагрівач (3), нагрівається і прямує соплом (4) в кожух електричної машини. Для сушки зволоженої ізоляції електричної машини, що підлягає відновленню, необхідно зняти кришку колектору і на її місце встановити сопло пристрою або відповідну машині насадку. Включення і виключення двигуна і нагрівача здійснюється роздільно пакетними вимикачами (6). Для підключення до 3-х фазної мережі пристрій обладнано електричною панеллю (7).

Корпус призначений для кріплення на ньому складових частин пристрою. Він є зварною конструкцією з кронштейнами, отворами, замками, до яких кріпляться складові частини пристрою.

Вентилятор призначений для нагнітання повітря в тяговий двигун тролейбуса (трамваю). Він складається із стандартного трифазного асинхронного електродвигуна потужністю 0,18 кВт, дволопатевого гвинта, закріпленого на вихідному валу електродвигуна і кронштейна для кріплення електродвигуна до корпусу пристрою. Він складається з коробки-радіатора із закріпленими на ньому дванадцятьма стандартними трубчастими електронагрівачами марки ТЕН 60А13/0, 80220, кронштейнів для кріплення нагрівача до корпусу.

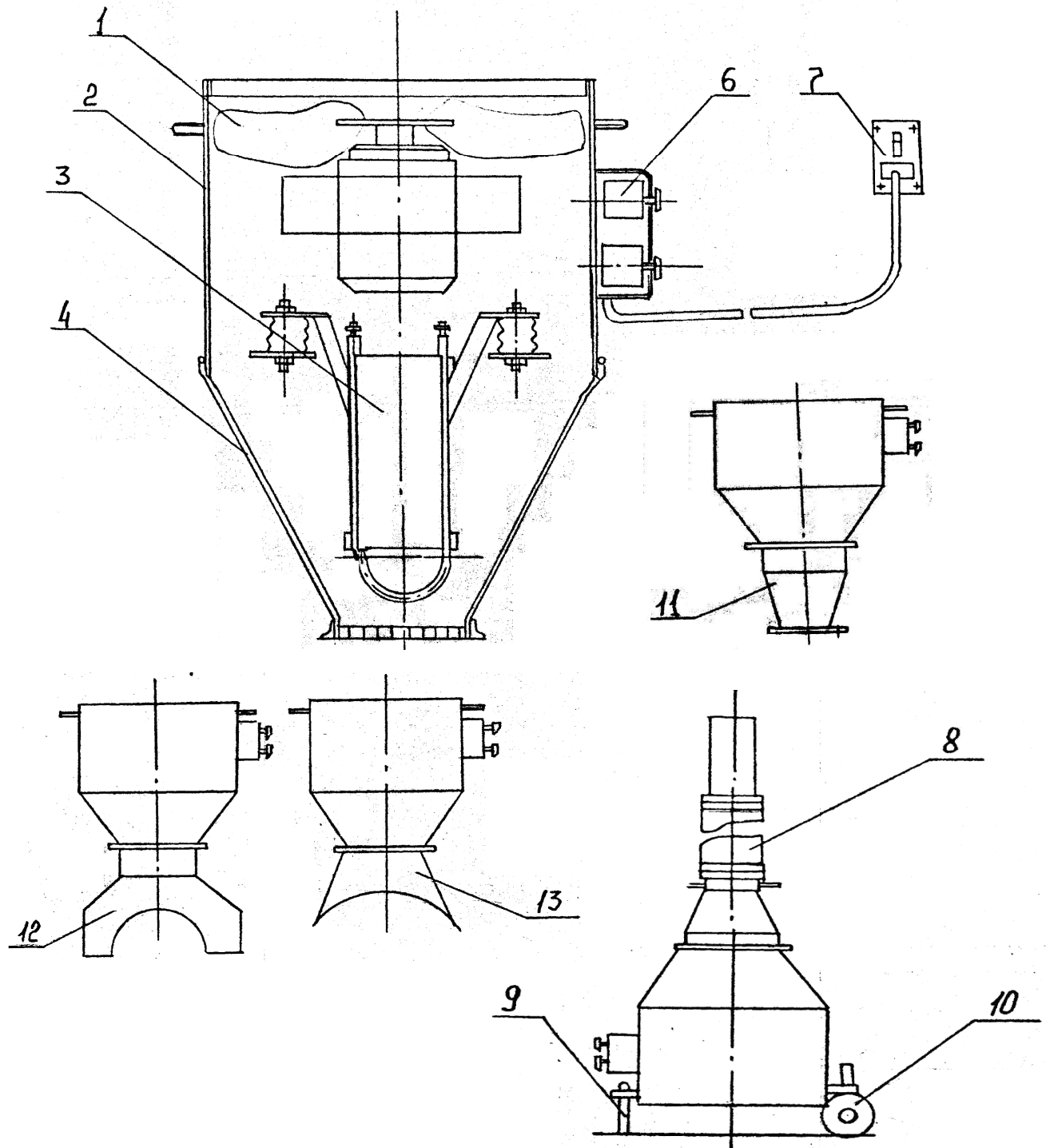


Рисунок 3.10 – Пристрій для відновлення ізоляції електричних машин тролейбусів і трамваїв

Нагрівач призначений для нагріву повітря, що нагнітається вентилятором.

Кріпильні кронштейни нагрівача ізольовані від корпусу керамічними ізоляторами. Сопло призначено для напряму потоку гарячого повітря у внутрішню порожнину електричної машини, зокрема, в тяговий двигун тролейбусів 9Тр і 14Тр. Воно є зварною конструкцією у формі усіченого конуса, має фланці і захвати для кріплення сопла до корпусу пристрою і тягового двигуна тролейбусів 9Тр і 14Тр або насадку інших електричних машин тролейбусів і трамвая. Насадка Т-3 (рис. 3.10 поз. 8) призначена для установки на пристрій з метою його з'єднання з тяговим двигуном трамвая Т-3. Вона є двома зварними каркасами, що сполучені брезентовим рукавом. Один з каркасів кріпиться на пристрої, інший – на люку колектору тягового двигуна трамвая Т-3. Шасі і упор (рис. 3.10 поз. 9, поз. 10) призначено для переміщення пристрою в процесі відновлення опору ізоляції тягового двигуна трамвая Т-3. Шасі (рис. 3.10 поз. 10) є сталеву віссю з двома підгумованими колесами, що кріпляться за допомогою хомутів до рукоятки пристрою. Упор (рис. 3.10 поз. 9) є зварною конструкцією, зафіксованою до іншої рукоятки пристрою. Конструкція шасі і упору передбачають регулювання установки пристрою на висоті. Насадка 14Тр (рис. 3.10 поз. 11) призначена для установки пристрою на двигун компресора тролейбуса 14Тр. Вона є зварним кожухом з фланцями, за допомогою яких насадка кріпиться до пристрою і до відкритого люка колектору двигуна компресора.

Насадка 9Тр (рис. 3.10 поз. 12) призначена для установки пристрою на двигун компресора тролейбуса 9Тр. Вона є зварним кожухом з фланцем і двома розтрубами. За допомогою фланця насадка з'єднується з пристроєм. Розтруби призначені для подачі гарячого повітря безпосередньо в люки колекторів двигуна компресора тролейбуса 9Тр.

Насадка ЗіУ-9 (рис. 3.10 поз. 13) призначена для установки пристрою на тяговий двигун тролейбуса ЗіУ-9. Вона є зварною коробкою з фланцями кріпильними отворами і замками, за допомогою яких насадка кріпиться до сопла пристрою і відкритого люка колектору тягового двигуна тролейбуса ЗіУ-9.

Панель електрична призначена для підключення пристрою до загальної мережі і захисту від струмів короткого замикання при виході з ладу пристрою.

Вона складається з текстолітового щита із закріпленими на ньому трьохполюсним автоматичним вимикачем і розеткою штепсельною трьохполюсною з плоскими контактами і четвертим заземлюючим контактом. Електрична панель пристрою встановлюється на стінці на висоті не менше 1,5 м в місці, що дозволяє підключити її до силової мережі – 380 В, 50 Гц і нульовий провід надійно заземлити. Місце установки панелі вибирається так, щоб довжина сполучного кабелю пристрою дозволила вільно встановити пристрій в салоні тролейбуса на тяговому електродвигуні.

На зовнішній частині корпусу закріплена коробка з двома пакетними перемикачами включення вентилятора і нагрівача, а також три плавкі запобіжники для захисту електродвигуна від струмів короткого замикання.

Вказівки щодо заходів безпеки під час роботи з пристроєм

Перед введенням в експлуатацію пристрою слід переконатися в справності системи електроживлення, заземлення і всіх його складових частин.

Робітники, допущені до роботи з пристроєм, повинні бути ознайомлений з пристроєм і принципом його роботи. Особи, обслуговуючі пристрій, зобов'язані знати і виконувати загальні правила техніки безпеки по роботі з механізмами, що мають електропривод. Огляд і ремонт пристрою необхідно проводити тільки при виключеному електроживленні. Опір ізоляції пристрою повинен бути не менше 5 МОм при температурі навколишнього середовища $+20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ при відносній вологості не більше 80 %.

Категорично забороняється:

- 1) працювати із знятою захисною кришкою вентилятора;
- 2) переносити пристрій з включеними вентилятором і нагрівачем;
- 3) працювати з відсутнім або пошкодженим заземленням.

При виявленні несправності в роботі пристрою, робота на ньому повинна бути припинена. Усунення несправностей повинно проводитися кваліфікованим фахівцем.

Підготовка до роботи

- 1 Закріпити на пристрої насадку, відповідну електричній машині.
- 2 Підключити пристрій за допомогою штепсельної вилки до електричної панелі.
- 3 Включити автоматичний вимикач на електричній панелі.
- 4 Пристрій внести в салон тролейбуса, відкрити на підлозі люк тягового двигуна, зняти з двигуна кришку колектору і на її місце встановити пристрій, обладнаний насадкою, що відповідає даному двигуну.
- 5 При відновленні ізоляції тягового двигуна трамвая Т-3, пристрій встановлюється на шасі і розташовується в канаві під трамваем.
- 6 Сполучення пристрою з люком колектору тягового двигуна проводиться через відповідну насадку для вагонів Т-3.

Порядок виконання роботи

Включити пристрій, для чого встановити ручку пакетного вимикача «ОБДУВ» в положення ВКЛ., та переконатися, що вентилятор працює, встановити ручку другого пакетного вимикача «ТЕН» в положення ВКЛ.

Тривалість роботи пристрою визначається станом опору ізоляції електричної машини. Ізоляція електричної машини вважається відновленою, якщо її опір буде не менше 5 МОм.

Для виключення пристрою ручку пакетного вимикача «ТЕН» перевести в положення ВИКЛ. і лише через 2–3 хвилини ручку пакетного вимикача «ОБДУВ» перевести в положення ВИКЛ.

Від'єднати пристрій від електричної машини, закрити кришку колектору двигуна, винести пристрій з салону тролейбуса або вкотити з-під трамвая,

вимкнути автоматичний вимикач і вийняти вилку з розетки. Пристрій обслуговується електриком 3 розряду.

Технічне обслуговування пристрою

В процесі експлуатації пристрій підлягає технічному огляду не рідше одного разу на місяць. При цьому перевіряється справність і працездатність всіх його складових частин. При огляді і технічному обслуговуванні пристрою слід, при необхідності, проводити регулювання і періодично ремонт складових частин виробу. При технічному обслуговуванні необхідно дотримуватися правил безпеки, що вказані вище. Періодичність перевірки і заміни мастила – один раз в рік. Технічний огляд пристрою проводиться не рідше одного разу на рік. Всі виконані дефекти фіксуються в журналі технічних оглядів для їх усунення. Поточний ремонт пристрою проводиться не рідше одного разу на 4 роки.

ЗВІТ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ ПОВИНЕН МІСТИТИ:

- 1 Стислу характеристику електричних машин (за вказівкою викладача).
- 2 Перелік структурних та діагностичних параметрів.
- 3 Номінальні і граничні значення параметрів.
- 4 Перелік засобів контролю параметрів електричних машин.
- 5 Методи для виявлення короткозамкнених витків.
- 6 Ескіз лабораторної установки та показники приладу.
- 7 Алгоритм діагностування технічного стану електричної машини.
- 8 Характеристику, будову, принцип роботи та ескіз пристрою для відновлення ізоляції електричних машин рухомого складу електричного транспорту.

9 Технологічну карту на технічне обслуговування високовольтної ізоляції електричного обладнання (за вказівкою викладача). Вона повинна включати перелік робіт, технологічного оснащення, а також технічні вимоги (умови) і хронометричні норми часу (таблиця 3.1).

10 Структурну схему технологічного процесу відновлення ізоляції. Відповіді на питання 2, 3, 4 викласти у вигляді таблиці

Таблиця 3.3 – Перелік, значення і методи контролю електричних машин

Параметри		Значення параметрів			Методи контролю	Технічні засоби
Структурні	Діагностичні	Номінальні	Граничні	Виміри		

Таблиця 3.4 – Технологічна карта технічного обслуговування високовольтної ізоляції електричного обладнання

№ з/п	Зміст робіт і методи їх проведення	Технічні вимоги та умови	Прилади та інструменти	Норма часу

Основні запитання:

1. Структурні та діагностичні параметри електричної машини.
2. Які методи і засоби діагностування електричних машин використовуються на підприємствах МЕТ?
3. Які фактори впливають на стан ізоляції двигуна?
4. Назвіть основні характеристики електричних машин?
5. За якими параметрами діагностується двигун?
6. Класифікація електричних машин?
7. Випробування двигунів після ремонту.
8. Методика складання алгоритму діагностування електричних машин.
9. Вимоги Правил експлуатації трамваю та тролейбуса до технічного стану електричних машин.
10. Методика виявлення короткозамкнених витків обмоток електричних машин.
11. Будова приладу для виявлення короткозамкнених витків у обмотках електричних машин.
12. Вимоги Правил експлуатації трамваю та тролейбуса до технічного стану високовольтної ізоляції. Назвіть фактори, що впливають на стан ізоляції електричного транспорту?
13. Які існують методи контролю ізоляції на трамваї і тролейбусі?
14. Будова та принцип роботи пристрою для відновлення ізоляції електричних машин рухомого складу.
15. Технологічний процес відновлення ізоляції.
16. Вимоги правил безпеки під час роботи з приладами для контролю ізоляції.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

Технічне обслуговування та діагностування низьковольтних систем живлення трамвая і тролейбуса

Мета роботи:

Вивчити види робіт, методи, технологічне обладнання, оснащення та апаратуру для технічного обслуговування та діагностування низьковольтного електричного обладнання рухомого складу МЕТ.

Порядок виконання роботи

1 Вивчити технічні характеристики, маркування та умови експлуатації низьковольтного електричного обладнання рухомого складу (за вказівкою викладача):

- акумуляторна батарея 9 НКЛБ-70;
- генератор (Г-363 та Г-363А);
- світлова сигналізація;
- реле-регулятор РР-363.

2 Вивчити технологічні процеси технічного обслуговування.

3 Отримати навички роботи на технологічному обладнанні, з оснащенням, пристроями та інструментом, що рекомендуються для технічного обслуговування та діагностування низьковольтного електричного обладнання.

Загальні відомості про акумуляторні батареї

На сучасному рухомому складі електротранспорту живлення електричних кіл керування, рейкових гальм, сигналізації, освітлення та інших споживачів здійснюється від низьковольтної мережі, що складається з акумуляторної батареї і зарядного пристрою. Для підзарядки акумуляторної батареї і живлення низьковольтних споживачів використовують генератор з приводом від двигуна або спеціальний електронний перетворювач.

На рухомому складі можливо застосування як кислотних, так і лужних акумуляторів. Перевагою кислотних акумуляторів є менша відносна різниця напруги при заряді й розряді, а також більш висока напруга елемента. Завдяки цьому зменшуються межі коливань напруги в колах споживачів при роботі батареї паралельно із зарядним генератором в буферному режимі. При заданій напрузі батареї вимагається менша кількість акумуляторів. Крім того, у кислотних акумуляторів вище коефіцієнт віддачі й ККД. Проте лужні акумулятори мають ряд інших істотних переваг перед кислотними, основні з яких:

- більша надійність і механічна міцність;

- більший строк служби;
- нечутливість до перезарядки, перевантажень і коротких замикань;
- простота в обслуговуванні;
- менше зниження ємності при температурі нижче 0°C;
- менший саморозряд;
- майже повна відсутність шкідливих виділень.

Тому на РС міського транспорту застосовуються лужні акумуляторні батареї.

Залежно від активної маси електродів лужні акумулятори поділяються на залізо - нікелеві (ЗН), кадмійово-нікелеві (КН), цинко-нікелеві (ЦН), срібно-нікелеві (СН), срібно-цинкові (СЦ) тощо.

За способом утримання активної маси на електродах лужні акумулятори діляться на ламельні й безламельні.

Безламельні акумулятори мають кращі питомі показники, тобто більшу ємність та енергію, що припадають на одиницю об'єму і маси. Однак вони значно дорожчі, а термін їхньої служби (за кількістю циклів заряду – розряду) приблизно у три рази менший. Тому більше застосовуються ламельні залізо і кадмійово-нікелеві акумулятори. Срібно-цинкові акумулятори не використовуються через високу вартість, а цинко-нікелеві поки що випускаються малої ємності, недостатньої для застосування на РС.

Конструкція та електричні характеристики лужних акумуляторних батарей

На РС трамвая і тролейбуса використовують різні типи акумуляторних батарей.

На тролейбусі ЗіУ-9 встановлюють дві акумуляторні батареї 9НКЛБ-70, які включені послідовно і мають загальну напругу 24 В та ємність 70 А·год; на тролейбусах румунського виробництва DAC-217E і ROCAR і тролейбусах ЮМЗ використовуються акумуляторні батареї НК-125. Вони також включені послідовно і мають загальну напругу 24 В та ємність, що складає вже 125 А·год.

На тролейбусі ЛАЗ Е183 застосована система низьковольтного електрообладнання постійного струму з номінальною напругою 24 В і робочою напругою 28 В, виконана за однопровідною схемою: з корпусом (масою) сполучені мінусові виходи живлення.

Акумулятори розташовані за дверцятами мотовідсіку справа, в технологічній ніші на висувній каретці (рис. 4.1).

На тролейбусі 14Тр стоїть акумуляторна батарея 18НКТ-105 напругою 24 В та ємністю 105 А·год. На спеціальному трамвайному вагоні МТВ-82 використовують акумуляторні батареї з акумуляторами НК-125 або NKS 100 напругою 24 В та ємністю 125 чи 100 А·год відповідно. Для обслуговування споживачів на вагоні КТМ-5М-3 встановлюють 8 акумуляторних батарей 5КН-125ТК, включених у дві паралельні групи, у кожній по 4 послідовно з'єднаних батареї із загальною напругою 24 В та ємністю 250 А·год. На вагоні Т-3 батарея має 17 акумуляторів чеського виробництва NKS 100. Загальна напруга

аккумуляторної батареї 24 В та ємність 100 А·год.

Для живлення двигуна електрокарів вантажопідйомністю 2 тонни використовують акумулятори ТЖН-250 загальною напругою 32–35 В та ємністю 250 А·год.

Як приклад пропонується розглянути акумулятори 9НКЛБ-70, ТЖН-250 та KPL-80.



Рисунок 4.1 – Розташування акумуляторних батарей

Акумуляторна батарея 9НКЛБ-70

Умовне позначення батареї розшифровується наступним чином: 9 – число послідовно з'єднаних акумуляторів у батареї; НК – система аккумулятора за складом активної маси (нікель-кадмієва); Л – конструкція електродів (ламельна), Б – призначення батареї (для роботи в буферному режимі); 70 – номінальна ємність при 7-ми годинному розряді в А·год.

Лужний акумулятор (рис. 4.2, а) складається з корпусу (2) прямокутної форми, блока позитивних і негативних пластин (1) та електроліту. Корпус аккумулятора може бути виконаний з листової сталі зварювальної конструкції або поліетиленовим. Блок пластин складається з пластин позитивної та негативної полярності, приварених до сталюого місточка, що має вивідний борн (3). Пластина аккумулятора (рис. 4.2, б, в) виконана з окремих ламелей (пакетів) (6), штампованих з листової перфорованої і нікельованої сталі, із запресованою в них активною масою (7) і (8) та рамки (5), яка з'єднує ламелі в пластину (1). Як активна маса позитивних пластин (7) використовується суміш гідрату окису нікелю з лусковим графітом $\text{Ni}(\text{OH})_3$. Активна маса негативних пластин (8) зроблена із суміші губчатих кадмію і заліза. Позитивних пластин в аккумуляторі на одну менше, ніж негативних. Для попередження короткого замикання позитивні та негативні пластини розділені сепарацією із ебонітових стрижнів або скловолокна. Блок пластин аккумулятора 9НКЛБ-70 щільно вставляють у сталюу обойму з ізоляційними прокладками по торцях, що

виключає їх зміщення, разом з обоймою вміщують в поліетиленовий корпус і закривають кришкою. Борни позитивних і негативних пластин виводять крізь отвори кришок, ущільнюють гумовими і ебонітовими кільцями й закріплюють гайками.

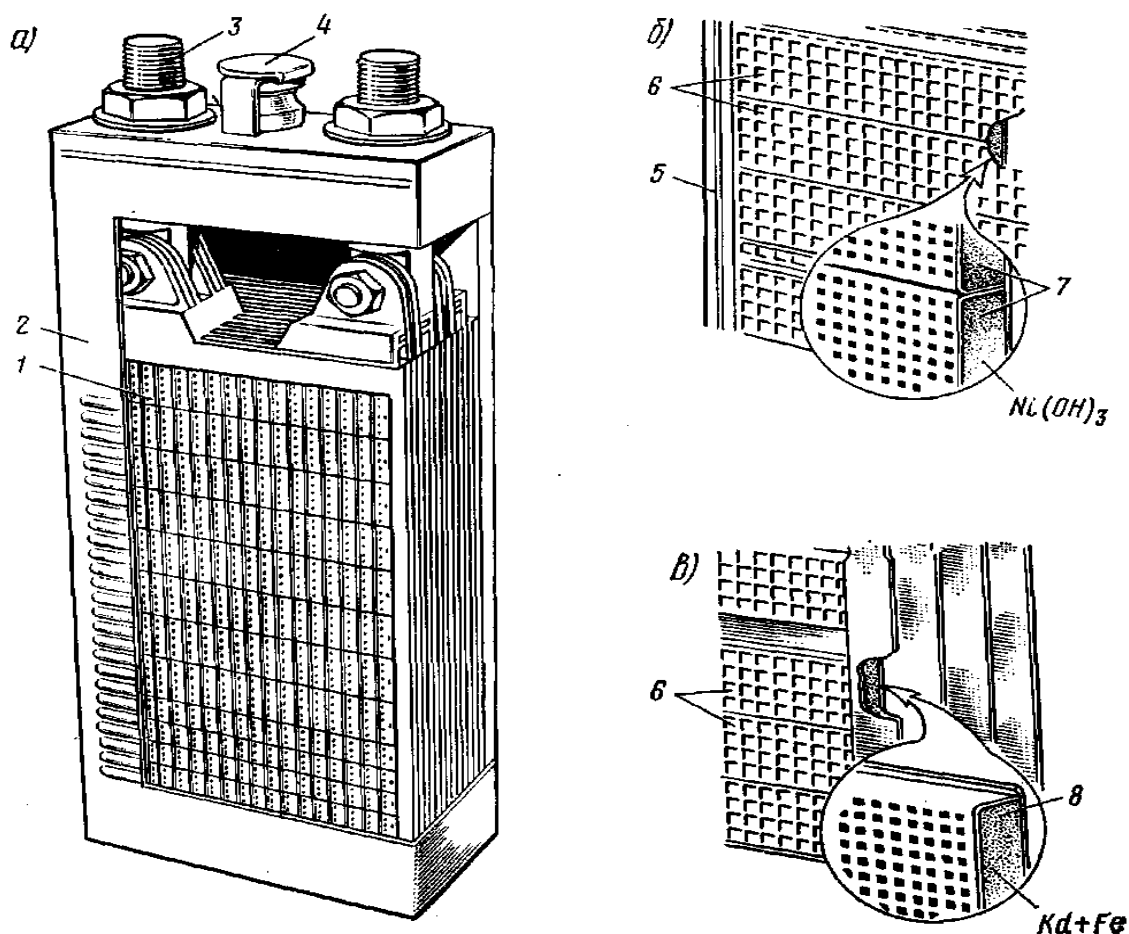


Рисунок 4.2 – Загальний вигляд (а), позитивна (б) і негативна пластини (в) лужного акумулятора

Середній отвір у кришці (горловина) використовується для заливки електроліту в акумулятор, він закривається корком, що має канал для виходу газів з акумулятора. На кришці нанесено знаки полярності «+» і «-». Для переноски батарея має дві ручки.

Акумулятори NKS 100 і ЖН 100 мають сталевий корпус. Для збільшення механічної міцності стінки корпусу виконані гофрованими. Зовнішня поверхня корпусу фарбується бітумним лаком для захисту від корозії.

У залізо-нікелевих акумуляторів на відміну від нікель-кадмієвих активну масу негативних пластин виконують із чистого губчатого заліза.

Таблиця 4.1 – Технічні дані акумуляторної батареї 9НКЛБ-70

№ з/п	Найменування параметра	Значення параметра
1	Номинальна напруга батареї без навантаження	11,25 В
2	Номинальний зарядний струм	20 А
3	Рівень електроліту над електродами	3–5 мм
4	Кількість електроліту на батарею	4,5–5,3 л
5	Маса батареї номінальна	34,5 кг
6	Маса батареї з електролітом	не більше 35,2 кг
7	Маса батареї без електроліту	29 кг
8	Ємність при розряді струмом 7 А	70 А·год
9	Ємність при розряді струмом 7 А при температурі –40 °С	14 А·год
Габаритні розміри батареї		
10	Довжина	407 мм
11	Ширина	186 мм
12	Висота	250 мм

Акумулятори і батареї виготовляють в кліматичному виконанні УХЛ категорії розміщення 4.2 за ГОСТ 15150-69 для роботи в діапазоні температур від +1 до +40 °С для засобів зв'язку; вид кліматичного виконання, у категорії розміщення 3 за ГОСТ 15150-69 для роботи в діапазоні температур від –40 до +40 °С для електричного транспорту, трамваїв і тролейбусів.

Приготування електроліту

Залежно від умов експлуатації або випробувань використовувати електроліт відповідно до таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Напрямки використання електроліту

Тип електроліту	Використання	Склад технічного гідрату окислу калію
I	<ul style="list-style-type: none"> - приведення в дію; - заміна електроліту; - експлуатація споживача при температурі навколишнього середовища від –19 °С до +40 °С; - проведення випробувань 	Водний розчин технічного гідрату окислу калію з добавкою 20±1 г/л технічного гідроокислу літію. Щільність електроліту – від 1,19 до 1,21 г/см ³
II	<ul style="list-style-type: none"> - експлуатація споживача при температурі навколишнього середовища від –19 °С до +40 °С; - проведення випробувань 	Водний розчин технічного гідрату окислу калію. Щільність електроліту – від 1,26 до 1,28 г/см ³
Примітка. Щільність електроліту вказана при температурі +25 ± 10 °С		

Для приготування електроліту необхідно використовувати:

1. технічний гідрат окислу калію, сорт вищий і перший, ГОСТ 9285-78;
2. технічний гідрат окислу літію, сорт вищий і перший, ГОСТ 9285-78;
3. вода дистильована ГОСТ 6709-72 або конденсат.

Для приготування електроліту типу I необхідні:

- технічний гідрат окислу калію – 270 г;
- технічний гідроокисел літію ($\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$) – 20 г;
- дистильована вода чи конденсат – 1000 г (1 л).

Для приготування електроліту типу II необхідні:

- технічний гідрат окислу калію – 370 г;
- дистильована вода чи конденсат – 1000 г (1 л).

Електроліт готують тільки в чистій сталевій або чавунній посудині.

Бажано мати сталеві баки з двома кранами: один – для зливу освітленого лугу на висоті не менше 100 мм від дна, другий – для видалення накопиченого осаду, який осів на дні.

Налити в бак необхідну кількість води, потім невеликими порціями засипати технічний гідрат окислу калію (твердий) і перемішати для прискорення розчинності. Далі при ретельному перемішуванні до одержаного розчину додати технічний гідроокисел літію. Розчин ретельно перемішати до повного розчину літію.

Приготовлений електроліт повинен охолонути до температури $+25 \pm 10$ °С, після чого перевірити щільність за допомогою ареометра.

Якщо щільність нижче потрібної, слід додати технічний гідрат окислу калію, якщо вище – дистильовану воду або конденсат.

Дати можливість електроліту відстоятися до повного освітлення (від 6 до 12 годин), після чого освітлену частину злити в герметично закриту скляну або сталеву посудину.

Обслуговування низьковольтного електричного обладнання під час експлуатації

До низьковольтного електричного обладнання рухомого складу трамвая і тролейбуса відносяться такі електричні апарати і машини, що живляться від напруги 24 В. До них відносяться: акумуляторні батареї, реле-регулятори, генератори, світлова сигналізація тощо. Стосовно акумуляторних батарей щодо експлуатації і обслуговування, то насамперед необхідно слідкувати за тим, щоб поверхня акумулятора була чистою і сухою. Для очистки зовнішніх частин акумулятора від пилу та повзучих солей використовують чисту, трохи вологу ганчірку, яку навертають на дерев'яну паличку. Періодично прочищають отвори в корках від повзучих солей, щоб гази могли вільно виходити із акумулятора. Міжелементні та вивідні з'єднання (перемички) у батареї повинні бути затягнуті, борни змащені технічним вазеліном для захисту від корозії. Мастило не повинне попадати на гумові ущільнення біля борнів, оскільки гума може втратити свої пружні властивості. Іржу, яка з'явилася на сталевому корпусі акумуляторів, видаляють ганчіркою, змоченою в гасі, і очищене місце покривають бітумним лаком. Акумулятори зі сталевим корпусом встановлюють

в гніздах ящика з зазором не менше 3 мм, в протилежному випадку необхідно акумулятори ізолювати один від другого ебонітом, вініпластом або гумою. Стічні канавки ящиків, в яких розміщують акумулятори, необхідно періодично прочищати. Не рекомендується розряджати акумулятор нижче допустимої границі розряду, щоб уникнути втрати ємності. Допускається розряд акумулятора до 1 В. Систематичний недозаряд лужних акумуляторів знижує їх ємність. Одиночні перезаряди для лужних акумуляторів не є небезпечними, але постійний перезаряд зменшує термін їх служби.

Необхідно перевіряти температуру електроліту в акумуляторах. Перед кожним стаціонарним зарядом температура електроліту повинна бути не вище 27 °С та не нижче –10 °С. Заряд і розряд при підвищеній температурі електроліту зменшують термін служби батареї.

Після тривалої експлуатації або у випадку зниження ємності батареї електроліт замінюють. Для цього батарею дозаряджують, вивертають корки, перевертають батарею горловиною донизу й витримують в такому стані 5 хвилин, після чого погойдкуванням з боку в бік виливають залишки електроліту. У випадку зниження ємності або зниження електрорушійної сили у окремих акумуляторів батарею промивають дистильованою водою. Після витримки

5–10 хвилин воду зливають, погойдуючи батарею. Після цього батарею ставлять в нормальне положення і заливають електролітом.

Акумулятори, залиті електролітом, витримують протягом 1–2 годин для насичування електродів. Рівень електроліту визначається за допомогою скляної трубки з внутрішнім діаметром 5–8 мм з мітками на висоті 25–30 мм.

Підготовлену батарею, відповідно до полярності, підключають до зарядного приладу. Для заряду акумуляторної батареї застосовують джерела постійного або змінного асиметричного струму. Число послідовно з'єднаних батарей визначається напругою джерела струму з розрахунку 1,75–1,8 В на кожний послідовно з'єднаний акумулятор. Під час заряду корки акумуляторів відкривають (вентильні корки можна не відкривати).

В Науково-дослідницькому конструкторсько-технологічному інституті міського господарства (НДКТІ МГ) розроблено пристрій контролю зарядки акумуляторів типу ПКЗА, що дозволяє контролювати параметри напруги акумулятора і батареї (рис. 4.3). Пристрій має корпус (4), в якому встановлений вольтметр (5), резистори (2) і (3). До корпусу жорстко прикріплені контактні ніжки (1) і (9), що служать для підключення до акумулятора. При вимірюванні напруги батареї з ручки (6) пристрою виймають рухоми контактну ніжку (8) з гнучким шнуром (7). В процесі вимірювань на одну клему батареї встановлюють ніжку (1), а на другу – ніжку (8).

Для вимірювання густини електроліту використовують пристрій загальнопромислового виготовлення – денсиметр, який в комплекті називається ареометром.

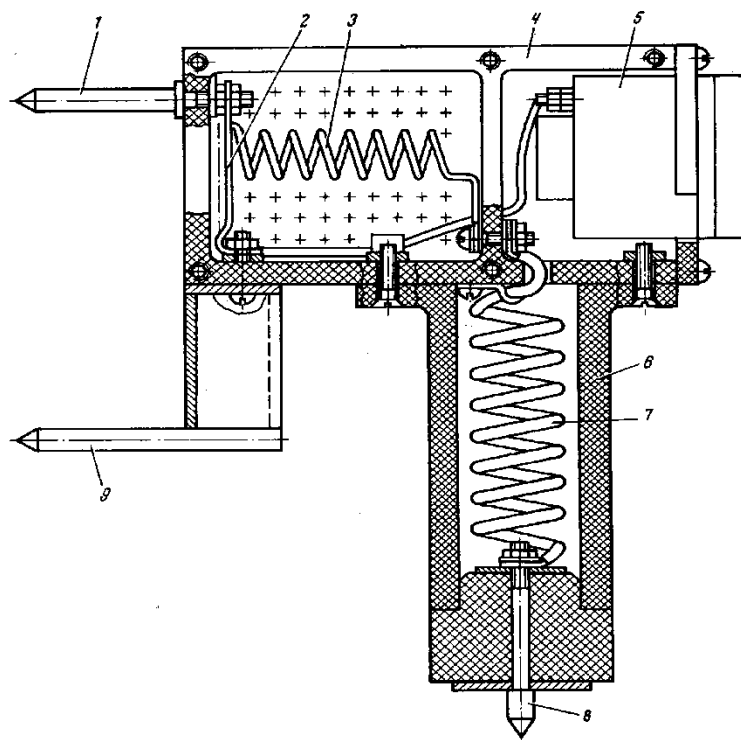


Рисунок 4.3 – Пристрій типу ПКЗА контролю заряду акумулятора

Параметром акумулятора, який змінюється найбільше і для управління яким потрібна значна частина загального часу, що витрачається на контроль технічного стану акумуляторної батареї, є рівень електроліту.

При перезаряді батареї відбувається розклад водних компонентів електроліту на водень та кисень, що є основною причиною зниження рівня електроліту. Цей процес відбувається особливо інтенсивно при такому значенні струму, коли зарядка акумулятора уже припиняється і спожитий струм йде на газовиділення. Такою є сила зарядного струму, яка становить 1,3 % номінальної ємності батареї при напрузі заряду 1,56 В на акумулятор.

В НДКТІ МГ також розроблено пристрій контролю і відновлення рівня електроліту типу УДА-М. Він являє собою переносний прилад, виконаний у вигляді «пістолету». Пристрій (рис 4.4) складається з пластмасового корпусу (4), до якого прикріплені фторопластова вставка (10), штуцер (5), ручка (7), кронштейн (1) з міліамперметром та упори (9). У середині корпусу (4) встановлена гумова трубка (3), що передавлюється штоком (8), який притискається пружиною (6) через ручку (7). На вставці (10) закріплений мідний провідник (11).

Працює пристрій наступним чином.

Штуцер підключають гнучким шлангом до ємності з електролітом (водою). Вставку (10) спускають в банку акумуляторної батареї, упори (9) опираються на клеми акумулятора. Натискають ручку (7), і рідина через гумову трубку (3) і отвір у вставці (10) надходить в акумуляторну батарею. З досягненням рівня, при якому електроліт в акумуляторній банці починає контактувати з провідником (11), відхиляється стрілка міліамперметра (2). Це служить сигналом для опускання ручки (7) та припинення подачі рідини.

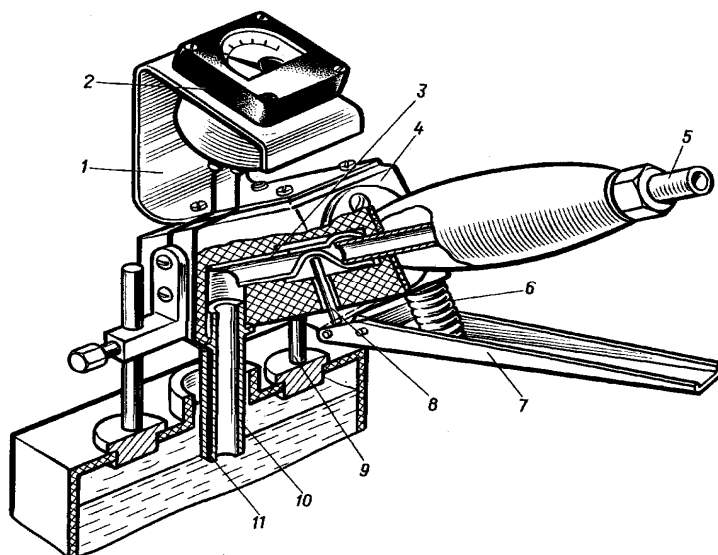


Рисунок 4.4 – Пристрій типу УДА-М для контролю і відновлення рівня електроліту

Електроліт лужних акумуляторів

Для електроліту лужних акумуляторів застосовують водний розчин їдкого калію технічного ДГСТ 9285-69 марок А або Б з додатком 20 ± 1 г/см³ їдкого літія акумуляторного ДГСТ 8595-67 (моногідрату гідроокису літія).

Густина електроліту в літній період експлуатації повинна бути:

- 1,19–1,21 г/см³ (для 9НКЛБ-70);
- 1,17–1,19 г/см³ (для ТЖН-250).

У зимовий період при температурі $t = -15$ °С:

- 1,26–1,28 г/см³ (для 9НКЛБ-70);
- 1,25–1,27 г/см³ (для ТЖН-250) без додатку їдкого акумуляторного літію.

При використанні електроліту без додатку моногідрату літію термін служби зменшується і ємність акумулятора знижується приблизно на 20 %.

Не допускається використовувати електроліт – водний розчин їдкого калію з вищезазначеною густиною при температурі вище +10 °С.

Матеріали для приготування електроліту постачаються в кристалічному або концентрованому рідкому (з густиною 1,4 г/см³) вигляді. До необхідної густини їх розчиняють у дистильованій воді.

Низьковольтна система живлення

Реле-регулятор РР-363 автоматично підтримує напругу генератора Г-263А в межах 26,5–28 В і здійснює автоматичний захист основного регульованого апарату – транзистора при короткому замиканні затиску Ш (шунта) на корпус. Реле-регулятор має два блоки – релейний і транзисторний. Релейний блок складається з двох електромагнітних реле: регулятора напруги РН і реле захисту РЗ, транзисторний блок – з транзистора Т, діода зворотного зв'язку Д2 і гасильного діода Д1.

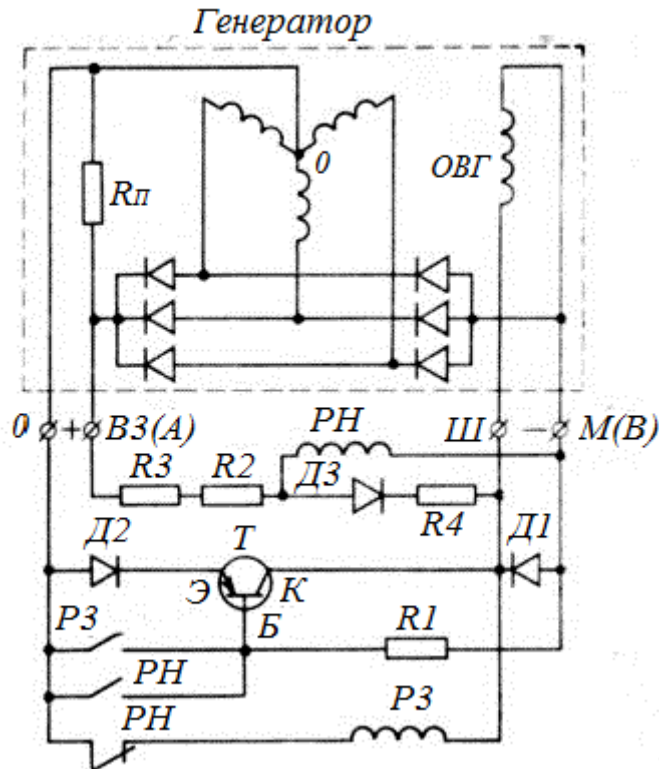


Рисунок 4.5 – Схема генераторної установки тролейбусу ЗиУ-9Б
(генератор Г-263А и реле-регулятор РР-363)

Регулятор напруги має розмикаючий контакт РН, включений в ланцюг котушки реле захисту, і замикаючий контакт РН – в ланцюзі бази транзистора Т. Котушка РН включена паралельно генератору через резистори R2 і R3 (між зажимами ВЗ і «—»).

Реле захисту має замикаючий контакт РЗ в ланцюзі бази транзистора Т. Котушка РЗ включена в ланцюг колектору транзистора між розмикаючими контактами РН і зажимом реле-регулятора Ш.

При включенні допоміжного двигуна ротор генератора починає обертатися. Оскільки в початковий період роботи генератора до бази транзистора Т прикладений негативний потенціал по відношенню до емітера (негативний жим М, резистор R1, база транзистора), то транзистор Т відкритий і через нього проходить струм в обмотку збудження генератора по ланцюгу: жим ВЗ, резистор підживлення Rп, жим 0, діод Д2, перехід Е-К транзистора, жим Ш, обмотка збудження генератора ОВГ, жим М.

Зі збільшенням частоти обертання ротора збільшується струм збудження і напруга на генераторі до 28 В. Магнітний потік котушки РН збільшиться і, подолавши напругу пружини, притягне ярів. Контакт РН в ланцюзі транзистора замкнеться, а в ланцюзі котушки РЗ розімкнеться. На базі транзистора з'явиться позитивний потенціал по відношенню до емітера, транзистор Т закриється і відключить обмотку збудження генератора ОВГ. При цьому збудження

генератора різко зменшиться і напруга генератора також зменшиться. Якір регулятора напруги під дією пружини відійде від осердя реле. Контакт РН в ланцюзі бази транзистора розімкнеться, а в ланцюзі котушки РЗ замкнеться. Процес повториться. Прискорювальний ланцюг ДЗ, R4 збільшує частоту коливання контактів РН. Частота перемикань електричної схеми повинна бути не нижче 20–30 періодів на секунду, в результаті на зажимах генератора встановлюється середня величина регульованої напруги.

Діод Д2 служить для створення позитивного зсуву на базі транзистора в момент його замикання. Через діод Д1 замикається ЕРС самоіндукції обмотки збудження генератора в момент замикання транзистора. Котушка РЗ в нормальних умовах шунтується ланцюгом діод Д2 – транзистор Т. При короткому замиканні зажимом Ш на корпус струм в обмотці збудження генератора різко падає і напруга на виході генератора зменшується, тому контакти РН в ланцюзі котушки РЗ будуть закриті. В цьому випадку до котушки РЗ прикладається напруга від генератора і акумуляторної батареї через дільник Rп. Реле захисту спрацьовує: замикається контакт РЗ і замикає транзистор, що запобігає його виходу з ладу.

ЗВІТ З ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ ПОВИНЕН МІСТИТИ:

- 1 Стислу характеристику низьковольтного обладнання рухомого складу.
- 2 Технологічну карту на технічне обслуговування низьковольтного обладнання (за вказівкою викладача). Вона повинна включати перелік робіт, технологічного обладнання, оснащення, метрологічного забезпечення та інструменту, а також технічні вимоги (умови) і хронометричні норми часу.
- 3 Структурні схеми технологічних процесів технічного обслуговування низьковольтного обладнання.

Таблиця 4.3 – Технологічна карта технічного обслуговування низьковольтного обладнання

№ з/п	Зміст робіт і методи їх проведення	Технічні вимоги та умови	Прилади та інструменти	Норма часу

Основні запитання:

1. Яке технологічне обладнання використовується під час проведення технічного обслуговування низьковольтного обладнання рухомого складу?
2. Назвіть режими заряду акумуляторних батарей.
3. Які вимоги Правил експлуатації трамваю та тролейбуса до технічного стану низьковольтного обладнання рухомого складу?
4. Як визначити технічний стан батарей електровимірювальними приладами рухомого складу?
5. Які роботи виконуються під час проведення сезонного обслуговування акумуляторних батарей?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

Організація проведення ТО-1 трамвайних вагонів

Місце проведення: Салтівське трамвайне депо м. Харкова.
Робоче місце: зона технічного обслуговування трамваїв;

Мета роботи:

Вивчити:

1. Організацію проведення технічного обслуговування в об'ємі ТО-1.
2. Технологічний процес ТО-1.
3. Оформлення документації на ТО-1.
4. Методи контролю технічних параметрів РС і забезпечення безпеки руху.

Оснащення робочого місця

- 1 Ділянка виконання ТО-1.
- 2 Домкрати, оснастка для контролю бандажів колісних пар, редукторів, карданних валів, устаткування для змащення РС і обслуговування акумуляторних батарей. Система керування потоком ТО-1.

Порядок виконання роботи

- 1 Вивчити систему технічного обслуговування і ремонту, прийняту в депо. Перелік і об'єми робіт на ТО-1.
- 2 Типи і призначення технологічного устаткування, яке застосовується на ТО-1. Пристрої безпеки на ТО-1 (сигналізація наявності напруги в контактній мережі, оглядові містки та інше).
- 3 Вивчити види технічної документації на ТО-1, перелік і порядок заповнення, відповідальність за ведення документації та терміни її зберігання.
- 4 Вивчити порядок контролю параметрів електричного, механічного обладнання РС. Облік заявок водіїв і непланових ремонтів.

Загальні відомості про підприємство

Характеристика Салтівського трамвайного депо м. Харкова

Комунальне підприємство «Салтівське трамвайне депо» було відкрито 6 листопада 1982 року. Площа Салтівського трамвайного депо становить 20,8 га. Депо представляє комплекс будинків і споруджень, призначених для зберігання, технічного обслуговування й ремонту трамвайних вагонів типу Т-3.

Місце розташування будинків і споруджень обрано з урахуванням їхнього технологічного зв'язку з основним будинком депо, вимог протипожежних умов і забезпечення поїзними шляхами. Відстійна площадка розрахована на одночасне зберігання всього рухомого складу. Депо й майстерні призначені для експлуатаційного й рухомого складу трамвайних вагонів типу Т-3.

Салтівське депо має наступні підрозділи:

- Апарат керування.

- Цех технічного обслуговування рухомого складу.
- Ділянка ремонту рухомого складу.
- Заготівельна ділянка.
- Відділ експлуатації.
- Відділ по збору виручки.
- Відділ головного механіка.
- Відділ головного енергетика.

Коло обов'язків структурних підрозділів і кожного працівника обумовлений функціональними обов'язками й посадовими інструкціями у встановленому порядку.

Керівництво всією виробничою, оперативною й адміністративною роботою здійснюється начальником депо.

Керівництво виробничо-технічною діяльністю депо покладає на першого заступника начальника депо – головного інженера.

Керівництво експлуатаційною діяльністю депо покладає на заступника начальника депо з експлуатації.

Керівництво із забезпечення господарського й оперативно-технічного обслуговування і надійної й високопродуктивної роботи верстатного, сантехнічного устаткування, вантажопідйомних механізмів здійснює заступник начальника депо з різних питань.

Відділ організації праці контролює витрати встановленого фонду заробітної платні, правильне застосування тарифної системи схем посадових окладів і трудового законодавства в галузі заробітної платні.

Технічний відділ веде технічну документацію.

Бухгалтерія веде бухгалтерський облік всієї господарської діяльності підприємства у цілому й окремих його підрозділів.

Відділ кадрів здійснює підбір кадрів.

Цех з ремонту й технічного обслуговування рухомого складу робить щоденне обслуговування, технічні огляди й ремонти рухомого складу.

До складу цеху входять:

- Ділянка технічного обслуговування рухомого складу.
- Заготівельна ділянка.
- Ділянка з ремонту рухомого складу.
- Акумуляторна ділянка.
- Токарська ділянка.
- Малярська ділянка.
- Електроапаратна ділянка.
- Ділянка з ремонту електричних машин.

Депо забезпечує виконання плану пасажирських перевезень при високій культурі обслуговування пасажирів, дотримання заданого розкладу руху. Забезпечує зберігання, технічне обслуговування рухомого складу відповідно до затверджених планів, технічних умов і вимог правил технічної експлуатації.

Забезпечує збереження, виконує плани за всіма техніко-економічними показниками.

Основним господарським завданням депо є здійснення пасажирських перевезень на закріплених маршрутах при високій культурі обслуговування.

Депо забезпечує випуск для роботи на лінію справного, підготовленого й екіпірованого рухомого складу відповідно до затверджених підприємством графіками й вимогами із забезпеченню безпеки руху.

Забезпечує дотримання правил охорони праці, промислової санітарії й правил пожежної безпеки.

ЗВІТ З ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ ПОВИНЕН МІСТИТИ:

- 1 Стислу характеристику підприємства на якому відбувається заняття.
- 2 Зафіксовані основні техніко-економічні показники роботи підприємства.
- 3 Організацію і технологічний процес проведення ТО-1.
- 4 Операційну технологічну карту на ТО-1 вузла чи агрегату. (за вказівкою викладача). Вона повинна включати перелік робіт, технологічне устаткування, оснащення та інструмент, а також технічні вимоги (умови) і норми часу (табл. 5.1).
- 5 Структурну схему технологічного процесу ТО-1.

Таблиця 5.1 – Технологічна карта технічного обслуговування [агрегат]

№ з/п	Зміст робіт і методи їх проведення	Технічні вимоги та умови	Прилади та інструменти	Норма часу

Основні запитання:

- 1 Періодичність технічного обслуговування.
- 2 Перелік робіт з ТО-1 електричного і механічного устаткування.
- 3 Документація і порядок її ведення при ТО-1.
- 4 Автоматизація потоку ТО-1.
- 5 Технічні вимоги на контроль пантографів, бандажів колес, колес, гальмівних систем, акумуляторних батарей, ізоляції високовольтних ланцюгів, силової передачі.
- 6 Види і типи технологічного устаткування на ділянках проведення ТО-1.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

Організація проведення ТО-1 тролейбусів

Місце проведення: Тролейбусне депо № 3 м. Харкова.
Робоче місце: зона технічного обслуговування тролейбусів.

Мета роботи:

Вивчити:

- 1 Організацію проведення технічного обслуговування в об'ємі ТО-1.
- 2 Технологічний процес ТО-1.
- 3 Оформлення документації на ТО-1.
- 4 Методи контролю технічних параметрів РС і забезпечення безпеки руху.

Оснащення робочого місця

- 1 Ділянка виконання ТО-1.
- 2 Домкрати, оснастка для контролю струмів витоку, коліс, контроль параметрів струмоприймачів, електричного та механічного обладнання; устаткування для змащення РС і обслуговування акумуляторних батарей. Система керування потоком ТО-1.

Порядок виконання роботи

- 1 Вивчити систему технічного обслуговування і ремонту, прийняту в депо. Перелік і об'єми робіт на ТО-1.
- 2 Типи і призначення технологічного устаткування, яке застосовується на ТО-1. Пристрої безпеки на ТО-1 (сигналізація наявності напруги в контактній мережі, оглядові містки та інше).
- 3 Вивчити види технічної документації на ТО-1, перелік і порядок заповнення, відповідальність за ведення документації та терміни її зберігання.
- 4 Вивчити порядок контролю параметрів електричного, механічного обладнання РС. Облік заявок водіїв і непланових ремонтів.

Загальні відомості про підприємство

Характеристика тролейбусного депо № 3 м. Харкова

Тролейбусне депо №3 знаходиться в зоні концентрації промислових підприємств і обслуговує три великі житлові райони, що примикають до цієї промислової зони. Депо здано до експлуатації 23 серпня 1975 року. Воно побудовано за типовим проектом на 200 одиниць рухомого складу, займає площу 9,82 га. Максимальне наповнення було наприкінці 80-х – початку 90-х років минулого сторіччя. Тоді інвентар складав 232 одиниці і випускалося

щодня на лінію 192 тролейбуси. На сьогодні інвентар складає 139 одиниць пасажирських тролейбусів.

Воно, як і будь-яке подібне експлуатаційне депо, призначено для збереження і планово-попереджувальних ремонтів рухомого складу, технічного обслуговування і поточного утримання, усунення на лінії несправностей рухомого складу.

У депо виконуються усі види технічних впливів, включаючи і капітальні ремонти, відповідно до системи технічного обслуговування і ремонтів рухомого складу міського електричного транспорту (наказ №120 від 03.12.1991 року Державного комітету України по житло-комунальному господарству). Встановлені системою періодичності і тривалості виконання усіх видів технічних впливів приведені в таблиці 6.1.

Тролейбуси, що повертаються в депо, підлягають щодобовому нічному огляду на ділянці технічного обслуговування (ТО) цеху технічного обслуговування ремонту рухомого складу (ЦТО і ЦРРС). У складі цеху для цього виду ТО існує дві ділянки: підготовчий мийно-прибиральний корпус, що має мийну машину, і ділянка безпосередньо оглядів. Цех має три потокові лінії – дві для огляду й одну для виконання заявочних ремонтів. Лінії обладнані ремонтними оглядовими канавами, пересувними електрифікованими домкратами й іншим устаткуванням для ремонту РС. Тролейбуси, на яких виконані всі об'єми робіт, виставляються на майданчик відкритого зберігання відповідно до ранкового випуску.

Таблиця 6.1 – Виробнича програма депо

Вид ТВ	Найменування технічних впливів	Періодичність	Тривалість
ЩО	Щоденне обслуговування	щодоби	0,7–0,8 годин
ТО-1	Перше технічне обслуговування	7 діб	2,2–2,5 годин
ТО-2	Друге технічне обслуговування	16 тис. км	10 годин
СО	Сезонне обслуговування	2 рази на рік	2 години
СР	Середній ремонт	80 тис. км	9 днів
КР	Капітальний ремонт	240 тис. км	19 днів
НР	Неплановий ремонт:	-	по об'єму робіт
	Заявочний нічний	-	2 години
	Заявочний денний	-	2 години
	Випадковий без підйому	-	8 годин
	Випадковий піднімальний	-	8 годин

Розстановка на майданчику виконується диспетчером по парку разом з бригадою маневрових водіїв. Диспетчер створює карту на базі шаблону, у якій відзначене місце на майданчику для кожного тролейбуса, що бере участь у ранковому випуску відповідно до розкладу. Для тролейбусів, що залишені в депо по ремонту, відведені спеціальні місця на відстійному майданчику. Крім того, вони концентруються на накопичувальному майданчику перед цехом.

Водій, прийшовши на зміну, на карті-схемі, що вивішується в диспетчерській), може без додаткової інформації розшукати свій тролейбус.

Всі канали обладнані пересувними електрифікованими домкратами, розводкою труб для механізованого змащення вузлів тролейбусів і освітленням на 36 В.

Середній ремонт робиться в цьому ж цеху, але на іншій ділянці, розташованій з протилежної сторони цеху. Місячний план ремонтів обумовлює виробничу програму для заготівельних ділянок. Вони в планувальному рішенні знаходяться між двома вище згаданими ділянками для оптимізації технологічних переміщень вузлів і агрегатів тролейбусів, а також ремонтного персоналу. Для середнього ремонту виділено чотири машиномісця і два – для капітального ремонту.

Для аварійних машин, що побували в дорожньо-транспортних пригодах, і для заміни секцій лонжеронів рами організована окрема ділянка зі спеціальною оснасткою й устаткуванням. Вона теж відноситься до ЦТО і ЦРРС.

Фарбування рухомого складу виконується в малярному відділенні, що складається з двох тактів – безпосередньо фарбування РС і сушильної камери. Крім загального фарбування може виконуватися і косметичне. Звичайно це трапляється після незначних ушкоджень кузова або на ТО-2.

У організаційному плані для координації дій усіх ділянок, зайнятих ремонтом тролейбусів, вони об'єднані в один ремонтний цех і очолюються одним керівником – начальником цеху.

Така організаційна структура має цілий ряд переваг перед традиційною, характерної для переважної більшості підприємств міського електротранспорту. Вирішальний чинник такий, що усі важелі керування технічним обслуговуванням і ремонтом рухомого складу сконцентровані в одних руках. Звідси випливає тісний взаємозв'язок і взаємозалежність усіх ділянок у кінцевому результаті роботи – випуску і надійній експлуатації рухомого складу на лінії.

Відповідно до призначення і до технологічного процесу в тролейбусному депо №3 є такі споруди і підрозділи (у виробничому корпусі).

ЦЕХ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ РС (ЦТО І ЦРРС):

- підготовчий мийно-прибиральний корпус;
- ділянка проведення щоденного обслуговування (ЩО);
- ділянка проведення ТО-1;
- ділянка проведення ТО-2;
- ділянка середніх і капітальних ремонтів;
- заготівельна ділянка;
- шиноремонтна майстерня;
- ділянка ремонту меблів;
- малярська ділянка.

ЗВІТ З ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ ПОВИНЕН МІСТИТИ:

- 1 Стислу характеристику підприємства на якому відбувається заняття.
- 2 Зафіксовані основні техніко-економічні показники роботи підприємства.
- 3 Організація і технологічний процес проведення ТО-1.
- 4 Операційну технологічну карту на ТО-1 вузла чи агрегату (за вказівкою викладача). Вона повинна включати перелік робіт, технологічне устаткування, оснащення та інструмент, а також технічні вимоги (умови) і норми часу (табл. 6.2);
- 5 Структурна схема технологічного процесу ТО-1.

Таблиця 6.2 – Технологічна карта технічного обслуговування шин

№ з/п	Зміст робіт і методи їх проведення	Технічні вимоги та умови	Прилади та інструменти	Норма часу

Основні запитання:

- 1 Періодичність технічного обслуговування.
- 2 Перелік робіт із ТО електричного, механічного, пневматичного і гідравлічного обладнання.
- 3 Документація і порядок її ведення при проведенні ТО-1.
- 4 Автоматизація потоку ТО-1.
- 5 Технічні вимоги на контроль струмопримачів, коліс, рульового керування, гальмівних систем, акумуляторних батарей, ізоляцію високовольтних ланцюгів, силову передачу.
- 6 Види і типи технологічного устаткування на ділянках проведення ТО-1.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Практикум з технічної експлуатації міського електричного транспорту : навч. посібник / В. Х. Далека, В. Б. Будніченко, В. І. Коваленко, М. В. Хворост, А. Д. Храмцов. – Харків : ХНАМГ, 2014. – 194 с.
2. Иванов В. П. Техническая эксплуатация автомобилей. Дипломное проектирование / В. П. Иванов. – Минск : Вышэйшая школа, 2015. – 217 с.
3. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: організація і управління : підручник / О. А. Лудченко. – Київ : Знання-Прес, 2004. – 478 с.
4. Лудченко О. А. Технічна експлуатація і ремонт автомобілів. Технологія : підручник / О. А. Лудченко. – Київ : Вища шк., 2007. – 527 с.
5. Технічна експлуатація електричного транспорту : навч. посібник / В. Х. Далека, В. Б. Будніченко, Е. І. Карпушин, В. І. Коваленко; Харків. нац. ун-т. міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ, 2014. – 236 с.
6. Кобозев В. М. Эксплуатация и ремонт подвижного состава городского электротранспорта : учебник для вузов / В. М. Кобозев. – М. : Высшая школа, 1982. – 328 с.
7. Система технического обслуживания и ремонта подвижного состава трамвая и троллейбуса. Утв. Приказом Госжилкомхоза № 120 от 3.12.91 г. Введена в действие с 1.01.92 г.
8. Форнальчик Є. Ю. Технічна експлуатація та надійність автомобілів : навчальний посібник / за загальною редакцією Є.Ю. Форнальчика / Є. Ю.Форнальчик, М. С. Оліскевич, О. Л. Мастикаш, Р. А. Пельо. – Львів : Афіша, 2004. – 492 с.
9. Правила эксплуатации трамвая и троллейбуса. Утв. приказом Госжилкомхоза №103 от 10.12.96 г. Введены в действие с 16.03.97. – Киев : Госжилкомхоз, 1997. – 104 с.
10. Веклич В. Ф. Диагностирование технического состояния троллейбусов / В. Ф. Веклич. – М. : Транспорт, 1990. – 295 с.
11. Харазов А. М. Диагностическое обеспечение технического обслуживания и ремонта автомобилей / А. М. Харазов. – М.: Высш. шк., 1990. – 208 с.

Виробничо-практичне видання

Методичні рекомендації
до виконання лабораторних робіт
із навчальної дисципліни

«ТЕХНІЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ»

*(для бакалаврів 4-5 курсів усіх форм навчання спеціальності
141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, освітньої
програми «Електромеханіка»)*

Укладачі: **ДАЛЕКА** Василь Хомич,
ШАВКУН Вячеслав Михайлович,
КОЗЛОВА Ольга Сергіївна

Відповідальний за випуск *В. Х. Далека*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *О. С. Козлова*

План 2019, поз. 141М

Підп. до друку 13.05.2019. Формат 60×84/16.

Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 2,8.

Тираж 50 пр. Зам. № .

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.